

# La presión atmosférica

Jonathan Torres Barrera  
Física, CCH Sur

## Introducción

---

El conocimiento científico ha sido la base de muchos de los descubrimientos que hoy en día permiten que nuestro mundo tenga los avances y la tecnología que vemos a diario. La física como disciplina científica no es la excepción. Gracias a su estudio hemos podido encontrar la explicación de diversos fenómenos naturales, los cuales no se circunscriben sólo en nuestro planeta, sino en el universo entero. Uno de dichos conocimientos es el entendimiento del concepto de presión atmosférica.

Vivimos en un océano de aire, estamos tan acostumbrados a él que nos olvidamos que estamos sujetos a una gran presión por parte del aire que nos rodea, y que sin él no podríamos vivir, así como realizar diversas actividades cotidianas: utilizar una aspiradora para recoger la basura, beber el agua de un vaso mediante un popote, subir el agua al tinaco de nuestra casa, poder viajar a través del espacio aéreo, poner a cocer los alimentos con ollas de presión, etcétera.

Es importante conocer por ello qué factores intervienen en su magnitud, así como lo que hace a nuestro organismo.

Para analizar el tema propuesto, se trabajará mediante una investigación sobre aspectos antecedentes, y después se leerán las características de la presión en un documento descrito en el marco teórico sobre lo que es la presión atmosférica y cómo se mide, llevando a cabo posteriormente una serie de experimentos para entender los efectos de la presión atmosférica, estableciéndose con ello una conclusión del tema.

## Marco teórico

---

### I. Antecedentes

Se revisará por lo menos dos textos (consultar Bibliografía al final, en este caso se recomiendan *Física general* de Alvarenga, Maximo, y *Física conceptual* de Hewitt) para definir algunos conceptos antecedentes al tema, como son: proporcionalidad

directa e inversa, peso de un cuerpo, ecuaciones de cálculo del área de figuras geométricas regulares, así como del concepto de presión y sus unidades.

## 2. Bases teóricas

¿Qué es la presión atmosférica?

La presión atmosférica es una presión ejercida por el peso del aire contenido en la atmósfera sobre todos los cuerpos que se encuentren en su interior e inclusive sobre la superficie de la Tierra.

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve todo el planeta y está formado por una mezcla de gases; como se menciona en la Wikipedia:<sup>1</sup>

La altura de la atmósfera de la Tierra es de más de 100 km, aunque más de la mitad de su masa se concentra en los seis primeros km y el 75 % en los primeros 11 km de altura desde la superficie planetaria. La masa de la atmósfera es de  $5,1 \times 10^{18}$  kg. La atmósfera terrestre protege la vida de la Tierra, absorbiendo en la capa de ozono parte de la radiación solar ultravioleta, y reduciendo las diferencias de temperatura entre el día y la noche, y actuando como escudo protector contra los meteoritos.

La composición de la atmósfera.

Oxígeno: representa el 21 % del volumen del aire. Está formado por moléculas de dos átomos de oxígeno y su fórmula es  $O_2$ . Es un gas muy reactivo y la mayoría de los seres vivos lo necesita para respirar. El 75% de masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 km de altura, desde la superficie del mar. Los principales elementos que la componen son el oxígeno (21%) y el nitrógeno (78%). que en conjuntos llamamos aire.

Como todos los cuerpos, tiene peso; estos gases también ejercen su fuerza sobre la superficie terrestre, es a lo que llamamos “presión atmosférica”.

La presión atmosférica varía, no siempre es igual en los diferentes lugares de nuestro planeta y de nuestro país, ni en las diferentes épocas del año; se hace referencia a esto en la Wikipedia<sup>2</sup>:

La presión atmosférica es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.

La presión atmosférica en un punto coincide numéricamente con el peso de una columna estática de aire de sección recta unitaria que se extiende desde ese punto hasta el límite superior de la atmósfera. Como la densidad del aire disminuye conforme aumenta la altura, no se puede calcular ese peso a menos que seamos capaces de expresar la variación de la densidad del aire  $\rho$  en función de la altitud  $z$  o de la presión  $p$ . Por ello, no resulta fácil hacer un cálculo exacto de la presión atmosférica sobre un lugar de la superficie terrestre. Además tanto la temperatura como la presión del aire están variando continuamente, en una escala temporal

---

<sup>1</sup> Wikipedia, “Atmosfera, Atmosfera terrestre”, 1o., 2o. y 3er. párrafo.

<sup>2</sup> Wikipedia, “Presión atmosférica”, 1o., 2o. y 4o. párrafo.

como espacial, dificultando el cálculo. Podemos obtener una medida de la presión atmosférica en un lugar determinado pero con ella no se pueden obtener muchas conclusiones: es la variación de dicha presión a lo largo del tiempo lo que nos permite obtener una información útil que, unida a otros datos meteorológicos (temperatura atmosférica, humedad y vientos) nos da una imagen bastante acertada del tiempo atmosférico en dicho lugar e incluso un pronóstico a corto plazo del mismo.

La presión atmosférica en un lugar determinado experimenta variaciones asociadas con los cambios meteorológicos. Por otra parte, en un lugar determinado, la presión atmosférica disminuye con la altitud, como se ha dicho. La presión atmosférica decrece a razón de 1 mmHg o Torr por cada 10 m de elevación en los niveles próximos al del mar.

La presión atmosférica también varía según la latitud. La menor presión atmosférica al nivel del mar se alcanza en las latitudes ecuatoriales. Ello se debe al abombamiento ecuatorial de la Tierra: la litósfera está abultada en el ecuador terrestre, mientras que la hidrósfera está aún más abultada por lo que las costas de la zona ecuatorial se encuentran varios km más alejadas del centro de la Tierra que en las zonas templadas y, especialmente, en las zonas polares. Y, debido a su menor densidad, la atmósfera está mucho más abultada en el ecuador terrestre que la hidrósfera, por lo que su espesor es mucho mayor que el que tiene en las zonas templadas y polares. Es por ello que la zona ecuatorial es el dominio permanente de bajas presiones atmosféricas por razones dinámicas derivadas de la rotación terrestre. Y es por ello que la temperatura atmosférica disminuye un grado por cada 154 m de altitud, mientras que en la zona intertropical esta cifra alcanza unos 180 m de altitud. La presión atmosférica normalizada, 1 atmósfera, fue definida como la presión atmosférica media al nivel del mar que se adoptó como exactamente 101 325 Pa o 760 Torr.

Por ello consideramos su magnitud en nuestros ejercicios como:

$$101\,325\text{ Pa} = 760\text{ Torr} = 760\text{ mmHg} = 29.9\text{ inHg} = 14.7\text{ lb}_F/\text{in}^2$$

¿Cómo se mide?

Para medir la presión consta con la ayuda de un aparato llamado Barómetro, el más simple es el inventado por el físico Italiano llamado Evangelista Torricelli en el año 1643. Para ello empleó un tubo de 1m de longitud abierto por un extremo, y lo llenó de mercurio. Dispuso una cubeta, también con mercurio y volcó cuidadosamente el tubo introduciendo el extremo abierto en el líquido, hasta colocarlo verticalmente. Comprobó que el mercurio bajó hasta ubicarse a una altura de 760mm sobre el líquido de la cubeta. Puesto que el experimento se hizo al nivel del mar, decimos que la presión atmosférica normal es capaz de soportar el peso de una columna de 760 mm de Hg. A esta unidad se llama atmósfera y esta es la razón de las equivalencias anteriores.

La explicación de este resultado es que la atmósfera ejerce una presión que impide que todo el mercurio salga del tubo. Cuando la presión atmosférica iguala a

la presión ejercida por la columna de mercurio, el mercurio ya no puede salir del tubo.

Así en cualquier lugar al invertir el tubo de 1 m lleno de mercurio sobre un recipiente que contenga también mercurio, quedará una columna del mismo y esta se mide en mm, estableciéndose que en el lugar de la medición la presión atmosférica es de tantos milímetros de mercurio (los medidos) y corresponde a la presión atmosférica del lugar en dicho instante y condiciones.

Para medir la presión atmosférica se usan actualmente el barómetro de resorte llamado altímetro.

### 3. Bases experimentales

Se debe tener presente los pasos del método científico para poder establecer una conclusión de nuestra actividad, además de mencionarles lo importante del trabajo colaborativo para sacar adelante la experiencia. En el caso de la experimentación propuesta sólo se tendrá una medición cualitativa sobre lo que sucede en las experiencias al modificar el medio, ya que solo queremos establecer los efectos que ocasiona la presencia de la presión atmosférica en experiencias cotidianas.

### Objetivo

---

Comprender y aplicar el concepto de presión atmosférica para explicar algunas actividades cotidianas.

### Aprendizajes esperados

---

- Definir a la presión atmosférica con sus propias palabras.
- Utilizar los efectos de la presión atmosférica vistos en clase, para entender fenómenos cotidianos del tema.

### Material para el desarrollo de la estrategia

Lectura sobre la presión atmosférica.

1 globo

1 jeringa de 50 mL.

1 tapón de hule.

1 tubo de ensayo.

1 lata de Aluminio de refresco, de 355 mL (vacía).

1 envase de vidrio de coca cola.

I matraz Erlenmeyer con tapón monohoradado y tubo de vidrio de desprendimiento de I m.

I vaso de precipitado de 500 mL.

I mechero Bunsen.

I soporte universal con anillo de hierro, rejilla de asbesto y pinza para bureta.

I cuba con agua.

I pinzas para matraz.

## Metodología o procedimiento

---

1. Se hace una pregunta para que los alumnos respondan a ella, como inicio de los experimentos, estableciendo un planteamiento que proponen como su hipótesis.
2. Se procede a que planteen una situación experimental que demuestre su hipótesis. Llevándose a cabo si el material del laboratorio lo permite. Si no se tiene variedad de ejercicios o material adecuado, se propone desarrollen las siguientes experiencias:
  - 2.1. Llenar el tubo de ensaye al ras con agua, cubrirlo con papel que abarque un poquito más de su boca. Girar el sistema  $180^\circ$  para que quede boca abajo. ¿Qué le sucede al agua?
  - 2.2. Ilustrar gráficamente el efecto que tiene el aire tanto en el interior como en el exterior de un globo una vez inflado y sellado para evitar la fuga del aire en el interior, recordando el procedimiento para inflarlo.
  - 2.3. Describir lo que sucede al reducir la presión del aire ejercido sobre un globito colocado en la jeringa de 50 mL; así como al momento de aumentar la presión al exterior del globito. (Expandir y comprimir el aire, jalando primero el émbolo de la jeringa y después comprimiéndolo).
  - 2.4. Ponerle 20 mL de agua el bote de aluminio y proceder a calentar hasta que hierva el agua. Con la pinza sujetarlo y colocarlo boca abajo en la cuba con agua. ¿Qué sucede y por qué?
  - 2.5. Calentar un poco de agua 20 mL en el envase de vidrio de coca cola, esperar a que hierva, retirarlo con la pinza para matraz y colocarlo en su boca un globo. Esperar 1 minuto y describir lo que sucede y por qué.
  - 2.6. Ponerle 20 mL de agua al matraz de 250 mL, taparlo con el tapón monohoradado y con su tubo de desprendimiento de I m. Ponerlo a calentar hasta que salga vapor por la boca del tubo de desprendimiento. Retirarlo del fuego y con ayuda de la pinza para matraz girarlo  $180^\circ$  (colocándolo boca abajo) hasta que el tubo de desprendimiento quede dentro de la cuba con agua. Esperar 1 minuto y describir lo que sucede. ¿A qué se debe esto?

## Resultados

---

- I. La pregunta sugerida es: ¿Cómo funciona una aspiradora?  
*Hipótesis:* la aspiradora funciona gracias a que tiene un motor que succiona el polvo y basura.
2. En este caso se ejemplifica con los experimentos propuestos:
  - 2.1. Al girar el tubo de ensaye con agua y con el papel, el agua no se derrama; ya que la presión de la atmosfera sostiene al papel y agua.
  - 2.2. La presión del interior del globo con la exterior se equilibran. El aire en el interior lo metimos a presión, pero esta magnitud es menor que la atmosférica por ello si no lo sellamos el aire interior es expulsado. Al sellarlo el aire interior no escapa, teniéndose finalmente un equilibrio.
  - 2.3. Al expandir el aire, el globo aumenta de tamaño ya que la presión exterior se reduce. Y al comprimir el émbolo de la jeringa, el globito reduce su tamaño ya que la presión exterior es mayor.
  - 2.4. Al meter el envase de aluminio caliente en el agua, se aplasta. Esto se debe a que su presión interior se reduce, ganando la presión atmosférica exterior.
  - 2.5. Al calentar el agua del envase desaloja el aire del interior, al retirarlo de la flama y taparlo con el globo, sucede que al enfriarse el vapor en el interior, se reduce la presión; por lo que la presión atmosférica es mayor, introduciendo el globo al envase.
  - 2.6. Al invertir el matraz con tubo en el agua, ésta comienza a ascender lentamente por el tubo, hasta que llega al matraz y después asciende rápidamente llenándolo de agua.
- I. Esto se debe que al calentar el agua, se convierte en vapor desalojando el aire en el interior del matraz y del tubo, por eso se debe esperar hasta que el vapor sale por el tubo. Al invertirlo en el agua se evita que entre aire, pero al enfriarse el vapor en el interior de los recipientes, la presión atmosférica le gana en magnitud, metiendo el agua intermedia lentamente, ya que el vapor se enfría a su vez poco a poco. Una vez que llega el agua fría al matraz enfría rápidamente el vapor que queda en el matraz reduciéndose bruscamente su volumen y con ello la presión interior, metiéndose el agua rápidamente al ser ésta mucho mayor.

## Análisis e interpretación

---

El trabajo experimental, les permite vivir de manera más clara las representaciones matemáticas de los fenómenos físicos y sobre todo que opinan que este tipo de experimentos les agrada y sobre todo que si entienden que el efecto de la presión

atmosférica es la que sostiene el papel que soporta el peso del agua en el tubo de ensaye evitando que se derrame; así como que la presión atmosférica se ejerce en todas direcciones y sentidos, como se hizo en todas las experiencias presentadas como experimentos.

A la vez, generalizan que el efecto de la presión atmosférica se puede medir con el ascenso de un líquido en el interior de un tubo lo suficientemente largo, y que preferentemente se debería utilizar un líquido de mayor densidad (mercurio como lo hizo Torricelli), para evitar usar tubos de grandes dimensiones.

## Conclusiones

---

La presión atmosférica es causada por el peso del aire sobre todos los cuerpo y se ejerce en todas direcciones y sentido; pero su valor disminuye al reducir la capa de atmósfera sobre quien se desea conocer su magnitud, por ello es mayor a nivel del mar que su valor en la Cd de México (que estamos a 2200m sobre el nivel del mar).

Finalmente, como un refuerzo del tema, se les pide a los alumnos que utilicen la ecuación de la presión ejercida por un líquido (Presión hidrostática), para evaluar la presión en pascal [Pa]; empleando las condiciones del aire, así como con la experiencia de Torricelli al usar mercurio:

- a) De las condiciones del aire que forma nuestra atmósfera, se sabe que un poco antes de los 15 kilómetros de altura se encuentra el 95% de toda la materia atmosférica, por ello:

$D = 0.68928 \text{ kg/m}^3$ ; densidad media del aire de nuestra atmósfera.

$h = 15 \text{ km} = 15\,000 \text{ m}$ ; altura de la atmósfera con casi toda la masa gaseosa.

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ; aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra.

$P = ?$

Utilizando el modelo de la presión hidrostática:

$$P_h = D g h = (0.68928 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(15\,000 \text{ m}) = 101\,324 \text{ Pa}$$

- b) Del experimento de Torricelli, se sabe que la atmósfera sostiene una columna de 760 mm de Hg, por ello:

$D = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ ; densidad del mercurio.

$h = 760 \text{ mm} = 0.76 \text{ m}$ ,

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ; aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra.

$$P = ?$$

Nuevamente, se emplea el modelo de la presión hidrostática:

$$P_h = D g h = (13\,600 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(0.76 \text{ m}) = 101\,293 \text{ Pa}$$

La experiencia es reconfortante ya que al aplicarles, la evaluación formativa que se adjunta (ANEXO I), la mayoría de los chicos presente un buen nivel de resultados correctos. Esto permite trabajar de mejor manera los temas subsecuentes al programa de Física III, Unidad 2 Sistemas de fluidos.

## Bibliografía

---

- ❖ Alvarenga, Máximo (2005). *Física general*, Harla, México.
- ❖ Hewitt, Paul. (1999) *Física conceptual*. Pearson Educación. México.
- ❖ Serway, R. (2001) *Física*, Pearson Educación, México.
- ❖ Tippens, P. (2003) *Física y sus aplicaciones*, 6a. ed., McGraw-Hill, México.
- ❖ Wilson, J. D., Buffa, Anthony, J. (2003) *Física*. Pearson Educación, México.
- ❖ Zitzewitz, P. W., Neff, R. y Davis, M. (2002) *Física. Principios y problemas*, McGraw-Hill, México.

## Cibergrafía

---

### Wikipedia

- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n\\_atmosf%C3%A9rica](http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica), consultada el 26 de Octubre de 2013.
- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n\\_atmosf%C3%A9rica](http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica), consultada el 26 de Octubre de 2013.

### Video Youtube

- ❖ Experimentos: Presión atmosférica - Proyecto G.  
<http://www.youtube.com/watch?v=d7xvPQMrmDo>, consultado el 26 de Octubre de 2013.