

# Protocolo Opcional de Presión Barométrica



## **Objetivo General**

Medir la presión del aire

## **Visión General**

El alumnado anota la presión atmosférica usando un barómetro o un altímetro.

## **Objetivos Didácticos**

Comprender que la presión barométrica o la presión altimétrica varían, y que su aumento o descenso indican un cambio próximo en el tiempo.

Aprender que el aire tiene peso.

## **Conceptos Científicos**

### *Ciencias de la Tierra y del Espacio*

El tiempo se puede describir mediante mediciones cuantitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y a lo largo de las estaciones.

El tiempo varía a escala local, regional y global.

### *Ventajas del Estudio de la Atmósfera*

La presión del aire es una medición del peso de la atmósfera por unidad de área.

Los cambios en la presión barométrica se pueden usar para pronosticar el tiempo.

## **Habilidades de Investigación Científica**

Usar un barómetro o altímetro para medir la presión barométrica.

Identificar preguntas y respuestas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y pronósticos a partir de la experiencia.

Compartir procedimientos, descripciones y pronósticos.

## **Tiempo**

5 minutos

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Diariamente en el intervalo de una hora del mediodía solar local y aproximadamente a la misma hora que la medición de aerosoles, si se utiliza como valor de presión atmosférica para el *Protocolo de Aerosoles*.

## **Materiales y Herramientas**

Barómetro aneroide o altímetro

*Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera*

## **Requisitos Previos**

Ninguno

# Protocolo Opcional de Presión Barométrica – Introducción

El aire está compuesto de moléculas de nitrógeno, oxígeno, argón, vapor de agua, dióxido de carbono y otros gases. Debido a que estos gases tienen masa, el aire es empujado hacia el centro de la Tierra por acción de la gravedad. Esta fuerza es la que hace que nosotros tengamos peso, y que el aire también tenga peso. Cuanto más masa de aire haya en una columna de aire sobre un área específico en el suelo, mayor será el peso del aire. La presión se define como la fuerza actuando sobre una unidad de área. La presión atmosférica es el peso (fuerza) del aire empujando sobre una unidad de superficie sobre el suelo. (Una unidad de área podría ser un metro cuadrado o un centímetro cuadrado – en otras palabras, una unidad de medida de área). La presión atmosférica de la Tierra es aproximadamente  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

¿Qué ocurre con la presión atmosférica o barométrica? Piense en un pequeño cubo de aire sobre la superficie de la Tierra. Sobre él, hay una columna de aire que está siendo empujada hacia la superficie por la gravedad. La fuerza en la parte superior del cubo de aire es igual al peso de la columna de aire que tiene encima. El aire del cubo transmite esa fuerza en todas las direcciones, hacia abajo en la superficie de la Tierra y horizontalmente hacia el aire de alrededor. Ver la

Figura AT-PR-1: A Columna de Aire con Cambios de Presión

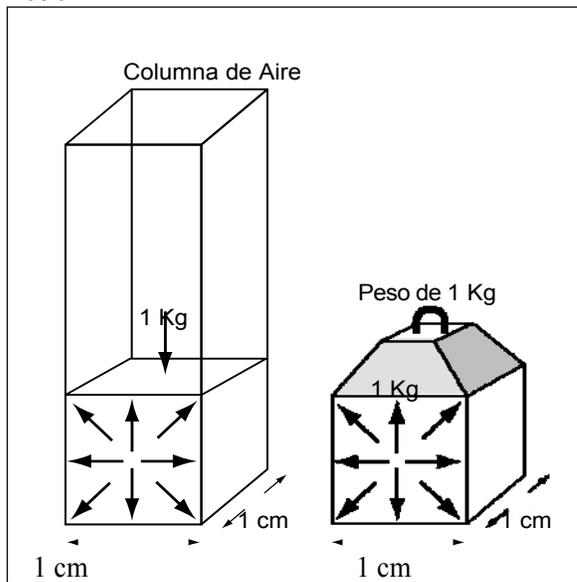


Figura AT-PR-1. Esta es la presión atmosférica o barométrica, que se mide siguiendo este protocolo. Se puede pensar en esto como algo similar al aire en una pelota. Cuando se infla una pelota, se rellena de aire hasta que haya suficiente presión para dar a la pelota el bote deseado. El aire del interior de la pelota presiona sobre la superficie de la misma manera en todas las direcciones. Cuando se añade presión en un lugar de la pelota al golpearla, el aire de su interior expande esta presión en todas las direcciones, también.

Hace cientos de años, científicos como Galileo, Evangelista Torricelli, y Benjamin Franklin se preguntaron cómo varía la presión atmosférica de un día a otro en relación con las variaciones en los patrones meteorológicos que observaban. A Benjamin Franklin, por ejemplo, se le atribuyen observaciones que relacionan el movimiento de sistemas de baja presión (tormentas) a lo largo de la costa noreste de los Estados Unidos, al comparar las observaciones meteorológicas de su diario correspondientes a Filadelfia con las de sus amigos en Nueva York y Boston.

Los meteorólogos saben que altas presiones generalmente se asocian a buen tiempo, y que bajas presiones se asocian a “mal tiempo”, aunque la mayoría de los meteorólogos les gusta más el “mal tiempo” porque es cuando ¡el tiempo es más interesante!

Un descenso en el barómetro se considera generalmente como indicador de empeoramiento en el tiempo. Un ascenso en el barómetro a menudo indica una mejora en el tiempo.

Las observaciones diarias de la presión barométrica serán útiles según si se realizan otras observaciones meteorológicas. Se debe anotar cómo los cambios en las lecturas de presión de un día a otro se relacionan con los tipos de observaciones meteorológicas mencionados anteriormente. En concreto, usted puede comenzar a observar cómo sus observaciones de tipo y cobertura de nubes están relacionadas con los datos de presión, cómo los altos valores de precipitación están relacionados con la baja presión, y que durante los intervalos de tiempo seco, el barómetro mostrará altos valores.

La presión barométrica se expresa generalmente de dos maneras. Una manera es como una presión de estación barométrica, la presión real experimentada en un lugar. Dado que la presión barométrica varía con la altitud, es difícil registrar el movimiento de

los frentes meteorológicos comparando los valores de las estaciones de presión de lugares a diferentes altitudes. Por ello, generalmente las presiones se expresan como presiones a nivel del mar, lo que representa la presión equivalente que se experimentaría si el sitio estuviera a nivel del mar. La conversión a presión a nivel del mar implica la aplicación de una corrección que compensa el efecto de la altitud de un lugar en la estación de presión. Por ello, cuando se comparan presiones a nivel del mar en varios lugares, las altitudes de los lugares no son necesarias y los cambios en la presión son reflejo directo de la influencia de los frentes meteorológicos.

La interpretación de las mediciones de aerosoles, ozono y vapor de agua requiere conocimiento de la presión atmosférica, bien del barómetro o de otra fuente fiable.

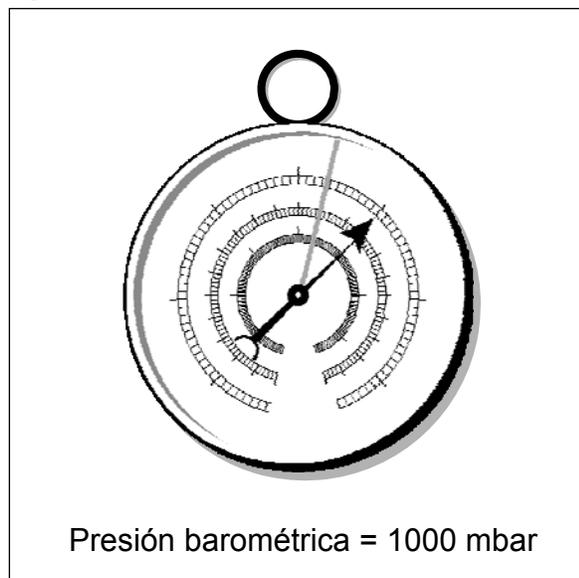
## Apoyo al Profesorado

### **El Barómetro aneroide y Altimetro**

Un aparato que se puede usar para medir la presión atmosférica se llama *barómetro*.

La forma estándar de medir la presión es utilizar un barómetro de mercurio muy sensible, pero son caros y el mercurio es tóxico. El *barómetro aneroide* se desarrolló para hacer las mediciones de presión más accesibles. La Figura AT-PR-2 muestra un barómetro aneroide típico.

Figura AT-PR-2: Barómetro Aneroide



El barómetro contiene un muelle expandible. Este muelle cambia de tamaño según varía la presión del aire. Cuando la presión del aire es alta, el muelle se comprime, y cuando la presión es baja, el muelle se expande. Debido a que el muelle está unido a una aguja que se mueve por la escala, la lectura del barómetro varía con los cambios de presión.

La mayoría de los barómetros aneroides estándares serán útiles para centros con altitudes inferiores a 500 m; para mayor altitud, se recomienda un altímetro que también proporciona lecturas de presión barométrica. Los meteorólogos generalmente convierten los valores de presión del aire de estaciones meteorológicas a presión a nivel del mar, de manera que las variaciones horizontales de presión que son importantes para los patrones de viento y tiempo se pueden ver con más facilidad. Se proporciona más información en *Calibración del Barómetro*.

### **Unidades de Presión Atmosférica**

Los científicos que usan barómetros de mercurio hablan de la presión atmosférica como la altura de una columna de mercurio (en mm), con un valor medio a nivel del mar de 760 mm. Otra unidad de medición de presión atmosférica es el Pascal, que hace referencia a la noción de que la presión es una medición de fuerza por unidad de área. La presión estándar a nivel del mar es 101,325 Pascales (Pa), o 1013 hectopascales (hPa) (1hPa = 100 Pa). Hectopascales y milibares (mbar) son unidades de medida equivalentes. La unidad milibar se deriva de la unidad de fuerza dina por centímetro cuadrado. Los valores típicos de presión del aire para lugares cerca del nivel del mar varían entre unos 960mbar para condiciones de baja presión extrema y unos 1050 mbar para condiciones de las altas presiones superiores.

Al ascender en altitud, hay menos aire sobre nosotros. Menos aire supone menos masa y menos peso empujando hacia la superficie. Por ello, la presión atmosférica disminuye según subimos en la atmósfera, y los lugares a mayor altitud tienen valores de presión menores que los lugares a baja altitud. Una buena aproximación de esto es considerar que por cada 100m de ascenso en la atmósfera, la presión desciende unos 10 mbar. Esto se cumple hasta unos 3.000m sobre el nivel del mar. Si tu altitud sobre el nivel del mar fuera 1.000m, el rango normal de presión estaría entre unos 860 y 950 mbar.

## **Cómo Colocar el Barómetro Aneroide o Altimetro**

En GLOBE se utiliza un barómetro aneroide estándar o un altímetro. Se debe colocar de manera segura en una pared del aula, dado que la presión del aire es igual dentro que fuera del edificio. No se debe mover o vibrar hacia delante y atrás. Se debe colocar a la altura de los ojos, de manera que se pueda leer de manera precisa. El barómetro se debe calibrar con un valor estándar, bien llamando a un organismo oficial o siguiendo las instrucciones que se dan en *Calibración del Barómetro*. El barómetro se debe recalibrar al menos cada seis meses.

### **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

Después de anotar las lecturas de presión durante un mes, hacer un gráfico con las observaciones de presión y también con la precipitación diaria. ¿Se encuentra alguna relación entre estas observaciones?

¿Hay alguna relación entre los datos de los *Protocolos de Nubes* y la presión barométrica?

Utilizar los datos de presión de varios centros GLOBE con presión de nivel del mar para ver si se pueden ubicar las áreas de altas y bajas presiones para un día determinado. ¿Cómo se ajustan los hallazgos a los mapas del tiempo del periódico local y de otras fuentes?

## **Calibración del Barómetro**

Cuando se recibe el barómetro, probablemente habrá sido calibrado en la fábrica. Pero es necesario calibrarlo antes de instalarlo. Primero, se debe examinar el barómetro, probablemente tenga dos escalas diferentes, una en milibares (o hectopascales) y otra en milímetros (o centímetros) de mercurio. Todas las mediciones para GLOBE se debe tomar en milibares o hectopascales (recuerde que son equivalentes).

Hay una aguja que se puede ajustar a lectura actual cada día – se debe hacer esto cada día después de tomar la lectura de presión. Cuando se toma la lectura del día siguiente, la aguja del barómetro marcará el valor del día anterior, y se puede comparar instantáneamente para comprobar si la presión es mayor o menor que la

del día anterior.

Para calibrar el barómetro se tendrá que encontrar una fuente local de información meteorológica fiable, que proporcione mediciones de presión. El Instituto Meteorológico, alguna oficina local del mismo, la estación del periódico local, de la radio o de la televisión pueden ser útiles para ello.

Hay que asegurarse de que la lectura se expresa en la presión del nivel del mar. Si las unidades de esta lectura de presión no son milibares o hectopascales será necesario convertir la lectura utilizando los factores que se dan abajo.

### **Unidades de Conversión de Presión**

¿Qué ocurre si mis unidades de presión no están en milibares o hectopascales?

Esto es bastante probable en algunos lugares, dependiendo de la fuente de información para la calibración. Utilice la tabla de abajo para cambiar las unidades de presión a milibares a partir de las unidades dadas.

<b>Convertir de</b>	<b>Multiplicar por este factor</b>
Pulgadas de mercurio	33,86
Centímetros de mercurio	13,33
Milímetros de mercurio	1,333
Kilopascales	10
Pascales	0,01

Una vez obtenida una lectura de presión a nivel del mar en milibares o hectopascales, restablezca el barómetro a esta presión utilizando un destornillador pequeño para la parte trasera del barómetro (¡esto lo debe hacer únicamente el profesor!).

El barómetro ya mostrará la presión a nivel del mar de su lugar de manera precisa, dentro de los límites de la escala del barómetro. Si se mueve el barómetro a un lugar con diferente altitud, se deberá volver a calibrar el barómetro en función de la presión a nivel del mar del nuevo lugar.

# Protocolo Opcional de Presión Barométrica

## Guía de Campo

### **Actividad**

Medir la presión barométrica

Ajustar la “aguja” a la presión barométrica del día.

### **Qué se Necesita**

- Un barómetro aneroide o un altímetro correctamente colocado.
- *Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera, Hoja de Datos de Aerosoles, Hoja de Datos de Ozono* u *Hoja de Datos de Vapor de Agua*
- Lápiz o bolígrafo

### **En el Aula**

1. Anotar la fecha y la hora en la *Hoja de Datos de Atmósfera*. (Saltar este paso si se están usando las hojas de datos de *Aerosoles, Ozono o Vapor de Agua*).
2. Dar golpecitos con cuidado sobre la cubierta de cristal del barómetro aneroide para estabilizar la aguja.
3. Leer el barómetro redondeando al 0,1 milibar más cercano (o hectopascal).
4. Anotar esta lectura como presión actual.
5. Ajustar la “aguja” a la presión actual.



## Preguntas Frecuentes

### 1. Si no se tiene la lectura de presión barométrica para un día o más (del fin de semana, vacaciones, días festivos, etc.), ¿se puede tomar la presión de hoy?

Sí, sólo estás enviando la presión de hoy, por lo que envíala tan frecuentemente como sea posible, por favor.

### 2. No comprendo la diferencia entre la presión de la estación barométrica y la presión a nivel del mar

Dado que las estaciones meteorológicas están dispersas por todo el mundo a diferentes altitudes, y dado que la presión disminuye rápidamente con la altitud, los meteorólogos necesitan una manera de mostrar patrones de presión horizontal haciendo referencia a altitudes constantes. La manera más fácil es convertir todos los valores de presión observados a presión a nivel del mar. En GLOBE las presiones barométricas se envían como presiones a nivel del mar, pero se pueden consultar y visualizar tanto a nivel del mar como presiones en la estación, ya que la base de datos es capaz de hacer correcciones para compensar los cambios de altitud.

### 3. En la versión de 2002 del Protocolo Opcional de Presión Barométrica se nos pidió enviar valores de presión a GLOBE como presiones de la estación- ¿Por qué ha cambiado?

GLOBE inicialmente pidió los valores de presión como presión de la estación, ya que ésta es la forma en la que se utilizan para analizar los datos de Aerosoles. Sin embargo, nos dimos cuenta de que esto invalida los beneficios educativos de la observación de las presiones a nivel del mar, que son indicadores directos del movimiento de los sistemas de frentes. La utilización de presiones de estación también dificulta la obtención de lecturas para calibración, dado que estas lecturas se expresan generalmente como presiones a nivel del mar. Por ello, se ha cambiado a presión a nivel del mar como la manera estándar de expresar la presión barométrica en GLOBE.

### 4. ¿Qué ocurre si quiero pasar de presión a nivel del mar a presión de la estación?

Para convertir la presión a nivel del mar a presión de la estación necesitará conocer su altitud a nivel del mar (ver el Protocolo GPS) y la temperatura actual de su zona. La temperatura se puede calcular si no se dispone de mediciones de ella.

Esta conversión está relacionada con una de las primeras lecciones de ciencias de la atmósfera, concretamente con el concepto de que la presión disminuye exponencialmente con la altitud y que esta disminución se caracteriza por una distancia llamada gradiente de altitud. Algunos alumnos/as avanzados querrán continuar con esto utilizando libros de texto de ciencias de la atmósfera. A continuación se muestra la fórmula para la conversión y la constante implicada, que es el gradiente de altitud.

$$\frac{\text{Presión de la estación}}{\text{Presión a nivel del mar}} = \frac{e^{-\frac{\text{altitud}}{29,263} \times \text{temperatura}}}{1} \times e$$

Donde:

Presión de la estación = presión barométrica a tu altitud en milibares (hectopascasles)

Presión a nivel del mar = presión equivalente a nivel del mar en milibares (hectopascasles)

Altitud = la altitud de la estación en metros

Temperatura = temperatura actual en grados Kelvin (o K)

Temperatura (o K) = temperatura (o °C) + 273.15

La constante 29,263 está en unidades de metros por grado Kelvin (metros/°K)

$$29,263 \left( \frac{m}{K} \right) = \frac{1000 \left( \frac{g}{Kg} \right) \times R}{M_{air} \times g}$$

R es la constante molar del gas (= 8,314 Joules por mol por grado Kelvin)

1000 es para convertir kilogramos a gramos (1 Julio = 1 kg m<sup>2</sup>/sec)

M<sub>air</sub> es el peso molecular del aire (= 28,97 gramos por mol)

g. es la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra (= 9.807 kg por segundo y por segundo)

Si se multiplica esta constante (29,263) por una temperatura en °C, se obtiene un valor de 7993 metros o aproximadamente 8km. Este es el gradiente de la atmósfera de la Tierra para condiciones medias.

Una conversión simplificada, que se debe usar sólo para estaciones a altitudes inferiores a unos pocos cientos de metros es:

$$\text{Presión de la estación} = \text{Presión a nivel del mar} \\ - (\text{altitud}/9,2)$$

El factor de corrección de 9,2 en la fórmula anterior es muy cercano al cambio en altitud (verticalmente) que correspondería a un cambio de 1 milibar en la presión.

### **5. ¿Por qué hay que volver a ajustar la “aguja” cada día?**

La aguja se utiliza para identificar la lectura previa de presión. Usándola, se puede comparar en el momento la presión actual con la anterior. Por ejemplo, si la presión es inferior hoy a la del día anterior, se preguntará ¿está el tiempo más tormentoso?

### **6. ¿Cuál es la precisión de estas lecturas de presión, en comparación con las que se podrían haber tomado con barómetros de mercurio?**

Los barómetros aneroides de hoy en día no son tan precisos, en general, como los barómetros de mercurio buenos. Hay algunos barómetros electrónicos que proporcionan mediciones muy buenas, pero los aparatos asequibles que cumplen los requisitos GLOBE tienen todos, la precisión necesaria para nuestras mediciones de presión (unos 3 a 4 mbar).

### **7. ¿Por qué siempre disminuye la presión con la altura en la atmósfera?**

Porque la presión es una medida de la masa de atmósfera sobre nosotros (¡el aire tiene masa!), y según aumenta la altitud hay menos aire sobre nosotros, por lo que la presión es inferior.

### **8. ¿Por qué los centros GLOBE a gran altitud tienen que usar un altímetro?**

La mayoría de los barómetros aneroides están diseñados para ser usados a nivel del mar. Los altímetros son barómetros aneroides especiales diseñados para ser utilizados a mayores altitudes (incluso en aviones). A una altitud de 500 m sobre el nivel del mar, la presión atmosférica no debería ser superior a 1000 mbar ni inferior a 900 mbar en tormentas intensas. La mayoría de los barómetros aneroides, sin embargo, tienen 950 mbar como mínima medición posible.