

---

# *Una experiencia de didáctica de la física: estudio del tiempo meteorológico*

---

*Guiniguada*

*Emigdia Repetto*

---

## **Introducción**

La enseñanza de las Ciencias físico-químico-naturales, está basada en la observación y la experimentación, pasos estos del Método Científico. Es indispensable acostumbrar al niño a observar el mundo que le rodea y conseguir que «vea» cuando mira la casa, la calle, el mar o el campo. La experiencia muestra lo difícil que es encontrar entre los alumnos –casi profesores de E.G.B.– quien sepa nombrar alguna máquina simple que utilice en su casa. Es desalentador que muchos sean incapaces de deducir que cuando abren una botella de agua, por ejemplo, utilizan una palanca. Ello es el resultado de una enseñanza memorística y teórica. Interesantes consecuencias se obtienen al proponer a los alumnos un trabajo, en el que realicen un estudio de las distintas ocasiones en las que, a lo largo de un día, emplean la física o la química.

Se sabe que la mejor motivación base de un aprendizaje real es hacer comprender al alumno que estas ciencias no son abstractas, imposibles de entender, o difíciles y sin utilidad, sino que todos los días y a todas horas, un principio o una ley física, hacen posible la vida misma.

La experimentación es básica porque lo que el niño es capaz de construir, valorar o experimentar, no lo olvida nunca y el aprovechar situaciones conocidas de la vida ordinaria o reproducir fenómenos naturales, se despierta la imaginación y el sentido práctico. Lógicamente esta observación y experimentación debe completarse con los conocimientos que adquieran mediante la lectura y el estudio de textos sobre los mismos temas.

Con estas premisas, se aborda el estudio del «tiempo meteorológico». Es un tema sugestivo para los chicos y que quizás, por estar los programas recargados, no reciba en la Escuela la debida atención. Todos han visto alguna vez el mapa del tiem-

po o han oído términos como presión, temperatura o humedad, pero ¿tienen realmente adquirido el concepto de lo que significan?, ¿puede el niño llegar a conocer la construcción y el manejo de los aparatos capaces de medir estas variables físicas?

Se trata así de responder, prácticamente, a estas preguntas. Primero con el estudio de la presión, la temperatura y la humedad atmosférica y en otra ocasión con los fenómenos meteorológicos, la predicción del tiempo y los condicionantes del clima canario.

### **Presión atmosférica**

La Tierra, es lo suficientemente grande para retener por la acción gravitatoria una masa de gases y vapores a su alrededor a la que se denomina atmósfera. Se sabe que en ella se pueden distinguir varias capas. La más baja –Troposfera– alcanza 11 Km. y es donde la vida se desenvuelve. Es característico de esta región la existencia de un movimiento horizontal de las zonas gaseosas que dan lugar a una composición casi constante de la atmósfera; es lo que se llama «aire». Su composición expresada en volumen sería:

Nitrógeno: 78,1%	Dióxido de Carbono: 0,03%
Hidrógeno: 0,0012%	Argón: 0,94%
Oxígeno: 21%	Neón: 0,001%

También están presentes otros gases como el Helio, Xenón y Kriptón, pero en menor cantidad que el Neón. Además se encuentran pequeñas partículas sólidas en suspensión, multitud de bacterias y vapor de agua en cantidades variables.

Como cualquier sustancia el aire pesa y una consecuencia de ello es la «Presión atmosférica».

### **El aire pesa**

Para comprobarlo se realizan las dos experiencias siguientes:

- a) Se pesa un balón de vidrio de un litro de capacidad antes y después de hacer el vacío en su interior. La diferencia de peso es 1,293 gramos lo que equivale a decir que un litro de aire tiene una masa de 1,293 gr.
- b) Se toma una regla de madera de un metro de longitud. A la misma distancia de cada borde se taladran dos orificios y un tercero en el centro de la regla,

por el cual se suspende con un alambre, de manera que quede perfectamente horizontal.

Se coge un globo grande, lleno completamente de aire, y se cuelga de uno de los extremos de la regla. Para equilibrarla se pone en el otro extremo un recipiente que pueda llenarse de arena. Una vez logrado el equilibrio, se suelta el aire del globo. ¿Qué ocurre? El aparato se desequilibra debido a que el recipiente resulta más pesado que el globo vacío. Ello demuestra que el aire pesa.

### Experiencias que muestran la existencia de la presión atmosférica

Basta, para demostrar a los alumnos la existencia de la presión atmosférica, cualquiera de los actos de la vida diaria, como tomar un refresco con una pajita, vaciar una lata haciendo dos orificios en ella en vez de uno sólo, sacar la gasolina del depósito de un coche con una goma, utilizar una pipeta, un cuentagotas, etc.

Se describen ahora varias experiencias fáciles de realizar:

- a) Con los *Hemisferios de Magdenburgo*, que ajustan herméticamente cuando se extrae el aire y únicamente se separan aplicándoles fuerzas muy grandes.
- b) Se llena un vaso con agua y se coloca encima de él una tarjeta de cartulina, con cuidado para que no queden burbujas de aire entre la cartulina y el borde del vaso. Se sujeta la cartulina contra el vaso y se invierte éste. Al retirar la mano, la cartulina no cae. Este resultado paradójico se explica al admitir la existencia de la presión atmosférica que produce fuerzas normales en las superficies que presentan los cuerpos, en este caso sobre la cartulina, hacia arriba y con un valor mayor que el peso del agua.
- c) Al colocar una ventosa sobre una superficie lisa, si se elimina el aire que pudiera quedar en el interior, éste se fija. La ventosa no puede levantarse porque al no haber aire en su interior la presión atmosférica lo impide.
- d) Se intenta eliminar el aire que existe en un matraz que contiene una tercera parte de agua. Para ello, se calienta hasta que el agua hierva durante unos minutos. Una vez alejado del fuego se coloca sobre su boca un huevo duro (pelado). Se enfría el matraz humedeciendo su parte exterior con agua fría. Se observa que el huevo se sumerge inmediatamente en el matraz. ¿Cómo se explica esto? Fácil: el vapor de agua que llenaba el matraz había expulsado el aire que contenía al principio. Al enfriar el matraz, el vapor de agua

se condensa produciendo una baja presión gaseosa por lo que el huevo es empujado hacia abajo, dentro del matraz, por efecto de la presión atmosférica.

### Aparatos para medir la presión atmosférica

Se llaman barómetros y en principio se basan en el artificio utilizado por *Torricelli* para calcular el valor de la presión atmosférica. Este llenó con mercurio un tubo de vidrio de aproximadamente un metro de longitud y tapándolo con el dedo lo invirtió, introduciendo su extremo abierto en una cubeta que contenía mercurio. El mercurio descendió en el tubo, hasta llenar unos 76 cm. La presión atmosférica que actúa sobre la superficie libre de la cubeta es equilibrada por el peso de la columna de mercurio que hay en el tubo.

A partir de aquí, se puede calcular el valor de la presión atmosférica:

$$p = d g h = 13,600 \times 9,8 \times 0,76 = 101.300 \text{ Pa} = 1,0033 \text{ Kp/cm}^2$$

Este valor «normal» de la presión se utiliza con frecuencia como unidad de presión llamada atmósfera.

Un submúltiplo de ella, también usado habitualmente, es el «milímetro de mercurio», que equivale a la presión de una columna de mercurio de 1 mm. de altura.

En Meteorología suele utilizarse otra unidad de presión. Es el «milibar» (mb) que figura normalmente en los mapas del tiempo. Una atmósfera es equivalente a 1,013 mb.

Una modificación del barómetro de cubeta es el de Fortín. Se caracteriza porque el fondo de la cubeta es de piel de gamuza que puede subir o bajar por medio de un tornillo de presión situado en la parte inferior con lo que se consigue obtener un nivel constante del mercurio en la cubeta.

Un tipo de barómetro más práctico es el llamado «aneroide» o «metálico». Consiste en esencia, en una caja metálica en la que se ha practicado el vacío y que tiene paredes elásticas. Como éstas tienen tendencia a aplastarse debido a la presión atmosférica, se mantienen separadas por la acción de un resorte. Las variaciones de la presión imprimen deformaciones a las paredes, que se transmiten al resorte, el cual, a su vez, las amplifica mediante un juego de palancas y finalmente, las traduce en el movimiento de una aguja sobre una escala graduada. Esta se calibra, por comparación, con un buen barómetro de mercurio.

## Construcción de barómetros a nivel escolar

La construcción de unos aparatos capaces de indicar que hay una variación de presión, aunque no sirvan para su medida, tiene gran valor didáctico al poder fabricarlos los alumnos.

### *Barómetro de goteo*

Sirve únicamente para indicar si la presión aumenta o disminuye, pero no para determinar su valor. Su construcción se debe realizar un día de baja presión, es decir, un día de lluvia o con gran cantidad de nubes. Para ello se llena parcialmente una botella de agua y se tapa con un tapón al que se hace un orificio fino que permita la salida de una gota de agua cada minuto. Al colocar la botella invertida se puede observar que en los días de alta presión no salen gotas y cuando aquella baja, comienza a gotear con tanta o mayor rapidez cuanto menor sea la presión.

No se pueden utilizar botellas de plástico, porque se deforman.

### *Barómetro de agua*

Únicamente se necesita una botella y un recipiente plano (puede servir una bandeja o plato).

Se llenan de agua las dos terceras partes de la botella. Se tapa la boca de ésta con el dedo y se invierte, de forma que quede sumergida en el agua que debe contener la bandeja. El nivel del líquido que permanece en la botella invertida, señala el valor de la presión atmosférica, sobre un papel que se gradúa por comparación con otros datos conocidos.

Existe un curioso dispositivo para calcular la presión atmosférica que se basa en la definición general de presión, es decir, la fuerza que se ejerce sobre la unidad de superficie. Sólo se necesita una ventosa, un dinamómetro y un papel milimetrado.

Con el dinamómetro se puede medir la fuerza necesaria para arrancar una ventosa adherida a una superficie pulimentada, por ejemplo, la mesa del laboratorio, o un trozo de vidrio. La superficie sobre la que actúa la presión atmosférica se puede determinar al presionar la ventosa sobre un trozo de papel milimetrado.

## Variación de la presión atmosférica

La presión no es la misma en todos los lugares de la tierra, a mayor altitud, menos presión, ya que el espesor de la capa atmosférica disminuye y por tanto también su peso. Igualmente el calor y la humedad hacen disminuir la presión, puesto que el aire caliente y húmedo se dilata y se hace más ligero. Esta variación de presión la notan muchas personas al subir una montaña o al viajar en avión, ya que perciben una sensación extraña en los oídos, incluso con dolor.

El valor obtenido anteriormente para la presión atmosférica se admite como valor normal al nivel del mar. Pero ésta no sólo disminuye con la altura sino que varía ostensiblemente con las condiciones meteorológicas. Se sabe que los anticiclones son zonas de alta presión mientras que las borrascas están asociadas a bajas presiones.

La predicción del «tiempo meteorológico» se basa, en parte, en la evolución de la presión atmosférica, que suele oscilar entre los 940 y los 1.060 milibares.

## Humedad atmosférica

El vapor de agua es el único componente del aire que entra a formar parte de la Troposfera en proporciones variables y produce una mayor o menor humedad. Su conocimiento es de gran interés, pues influye en el clima y en la habitabilidad del ambiente.

La cantidad de vapor de agua existente en un ambiente no se expresa por el número de gramos del mismo que haya en un determinado volumen de aire, sino mediante su presión parcial. En una mezcla la presión parcial de un gas es igual a la que ejercería si él solo ocupase todo el volumen que corresponde a la mezcla a la misma temperatura.

El vapor de agua que puede contener el aire depende de la temperatura, así por ejemplo, a 0 °C, a cada metro cúbico de aire le corresponde 4,85 gr. Cuando la atmósfera contiene la máxima cantidad que es capaz de almacenar a esa temperatura se dice que está saturada.

Interesa conocer el concepto de humedad absoluta y el de humedad relativa. El primero indica la cantidad de vapor de agua que contiene cada metro cúbico de aire en un momento determinado. La humedad relativa vendría dada por la relación entre la absoluta y la cantidad de vapor de agua que podría contener la atmósfera a esa temperatura. Se suele expresar en %.

## Higrómetros y Psicrómetros

Son los aparatos que se utilizan para medir la humedad atmosférica.

### *Higrómetros de cabello*

Es el más conocido y se basa en la propiedad que tiene éste de variar su longitud con la humedad del aire. El pequeño fraile de cartulina que se quita o se pone la capucha según aumente o disminuya la humedad tiene en ello su fundamento. Al estirarse o encogerse el cabello, mediante un juego de palancas acciona un resorte que hace poner o quitar la capucha.

De igual forma, pero variando la posición de una aguja sobre una escala graduada previamente, se puede medir la humedad del aire. Este tipo de higrómetro es muy fácil de construir por los alumnos en clase. Aunque no sean muy precisos, sirven para formar a los niños en la observación y la experimentación.

### *Higróchromos*

Son igualmente formativos y sencillos de preparar. En realidad son «papeles sensibles» a la humedad, que tienen la propiedad de cambiar de color según la humedad existente.

Para fabricarlos se toma un trozo de papel secante. Se introduce en una solución que contenga dos partes de cloruro de cobalto y una de cloruro sódico. Se deja secar y se cuelga en la parte exterior de la ventana, de tal forma que no se moje si llueve, ni le dé mucho viento. Si el tiempo está seco, el papel presenta un color azul. Si hay algo de humedad, el color va cambiando a lila y si a humedad aumenta hasta casi la saturación el papel toma un color rosa que puede llegar hasta rojo.

Es interesante despertar el sentido estético de los chicos y sugerirles que en clase de manualizaciones confeccionen, con el papel, flores que además de adornar la clase, permitan observar los cambios de humedad.

### *Psicrómetro*

Sirve para determinar la humedad relativa. Es un aparato formado por dos termómetros iguales. Uno de ellos tiene el depósito de mercurio rodeado por una mecha de algodón empapada en agua (termómetro húmedo) y el otro, el depósito al des-

cubierto (termómetro seco). Como es lógico, este último marca la temperatura ambiente, mientras que el húmedo marca menos, ya que al evaporarse el agua de la mecha hace descender la temperatura. Unas tablas –Regnault–nos permiten calcular la humedad en función de la diferencia de temperatura marcada por ambos termómetros. Cuando la humedad es del 100%, los dos marcan la misma temperatura.

## **Temperatura**

El sol nos envía calor, parte de él se refleja en el espacio mientras que otra parte lo absorben la corteza terrestre, los mares y la atmósfera.

La temperatura varía según las épocas del año, los lugares y los vientos del día. Influyen una serie de factores: latitud, altitud y reparto de los mares.

Debido a la inclinación del eje terrestre, los rayos solares inciden más o menos oblicuamente, según la latitud (proximidad al Ecuador o a los polos).

A la altitud, porque al tener menos espesor de atmósfera, existe menos presión y menor retención de calor, y por tanto la temperatura es más baja. La explicación es clara, las capas más bajas de la atmósfera están comprimidas y retienen mejor el calor que refleja la superficie terrestre. Al ascender, la presión disminuye, las capas de aire se dilatan y la temperatura desciende. En los sitios bajos la capa de atmósfera es más densa, pues soporta más presión y retiene mejor el calor.

El reparto de los mares y tierras es importante debido a que el agua actúa como regulador de temperatura ya que tarda dos veces más que la tierra en calentarse o enfriarse. En los países alejados de la costa existen cambios bruscos de temperatura del día a la noche y del verano al invierno. En las costas la tierra se calienta pronto, al salir el sol el fenómeno se realiza a la inversa y el agua conserva el calor durante más tiempo. Debido a esto las temperaturas permanecen suaves ya que se evitan el calentamiento y enfriamiento bruscos.

### *Medida de la temperatura*

Se utilizan unos aparatos denominados termómetros.

Es interesante en este punto repasar con los alumnos las diversas escalas termométricas, para evitar observaciones como ésta: «En Londres es imposible vivir porque la temperatura es de 75°». Lógicamente falta puntualizar que se trata de grados Fahrenheit.

Se puede construir fácilmente un termómetro. Se emplea una bombilla sin casquillo o en su defecto un tubo de ensayo, al que acoplamos un tubo de cristal por medio de una gomilla. Este tubo ha de ser fino y de unos 15 cm. de longitud. Se introduce dentro de un recipiente (puede ser válido un tintero con agua coloreada). Todo este artilugio se adosa a una tabla con un papel para confeccionar una escala. Se calienta a continuación la bombilla durante cierto tiempo para que el aire que contiene se dilate y ocupe el tubo de cristal. Al enfriarse el conjunto se observa cómo el tubo se llena de líquido, hasta una cierta altura. Se repite varias veces la operación hasta que el líquido alcance la mitad del tubo aproximadamente. De esta forma se tiene un termómetro que puede graduarse con la ayuda de otro de mercurio.

### Termómetros de máxima y mínima

Son muy interesantes para determinar las temperaturas extremas de un día.

La sustancia termométrica es alcohol. La varilla hueca de vidrio forma dos ángulos rectos y termina generalmente en dos pequeños depósitos. Uno de ellos está lleno de alcohol, el otro sólo a medias. La varilla hueca, de tamaño capilar tiene también alcohol y además una columna de mercurio que es empujada por el alcohol cuando sube la temperatura y retrocede con él cuando baja. Esta columna de mercurio empuja unos índices que quedarán en la posición más avanzada de cuantas tuviera durante un periodo de tiempo determinado. Para que los índices retrocedan se actúa sobre ellos a través del vidrio por medio de un imán, ya que éstos son de acero.

### Bibliografía

- s/a (1979) *Manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias*. Ed. Edhasa. Barcelona.
- ARRANZ, J. (1972) *Didáctica de la Física y Química*. Ed. Anaya. Salamanca.
- FESQUET, A. (1971) *Enseñanza de las Ciencias*. Ed. Kapelusz. Buenos Aires.
- FESQUET, A. (1974) *El laboratorio escolar*. Ed. Kapelusz. Buenos Aires.
- LUZON, R. (1971) *Didáctica de la Física y Química*. Ed. S. Rodríguez. Burgos.
- MARTIN, C. y WEHRLE, A. (1968) *Didáctica de la Física y Química*. Ed. Magisterio Español. Madrid.
- MILLER, A. y THOMPSON, J. (1970) *Elements of Meteorology*. Charles E. Merrill Publishing Company. Columbus. Ohio.