

UNA NUBE EN UNA BOTELLA Y OTROS EXPERIMENTOS

METEOROLOGÍA: AIRE, PRESIÓN ATMOSFÉRICA, DEPRESIONES
Y ANTICICLONES, NUBES, FRENTE, INSTRUMENTOS

JORDI MAZÓN y MARCEL COSTA

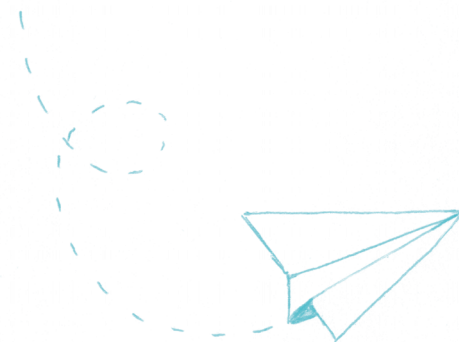
DIBUJOS: MIREIA MARTÍNEZ

28
experimentos
para jóvenes



¡EXPERIMENTA!

3



UNA NUBE EN UNA BOTELLA y otros experimentos de meteorología

AIRE, PRESIÓN ATMOSFÉRICA, DEPRESIONES Y ANTICICLONES,
NUBES, FRENTE, INSTRUMENTOS

JORDI MAZÓN
MARCEL COSTA

Dibujos:
Mireia Martínez

ediciones
Lectio

ÍNDICE

Agua empuñada en caer	4	Ascensos de aire	32
¡El aire es muy pesado!	6	Descensos de aire: reventones	34
¿Qué hay dentro de una botella?	8	Convección	36
Dejen salir antes de entrar	10	Simulemos un frente frío	38
Un péndulo de agua	12	Simulemos un frente cálido	40
Copas pegajosas	14	Fabriquemos niebla	42
La presión disminuye con la altura	16	Hagamos una nube	44
La presión se extiende horizontalmente...	18	Cúmulos de leche	46
Altas y bajas presiones	20	El ciclo del agua	48
Simulemos un anticiclón	22	Pluviómetro	50
Simulemos una depresión	24	Termómetro de agua y aire	52
Depresiones y huracanes	26	Barómetro	54
Hagamos viento	28	Psicrómetro de honda	56
Corrientes de aire verticales: turbulencias ..	30	Anemómetro	58

INTRODUCCIÓN

La meteorología está a menudo presente en las conversaciones y los medios de comunicación, ya sea por aguaceros intensos, olas de calor, cambios de tiempo o por el cambio climático; además, los fenómenos meteorológicos atraen a personas de todas las edades. Ya desde los primeros años de escolarización se introduce a los más pequeños en la observación y la anotación del tiempo, en la observación de las nubes y de los fenómenos meteorológicos, para más tarde, a lo largo de las diferentes etapas de la enseñanza obligatoria y postobligatoria en diferentes asignaturas, tratar los conocimientos más específicos que describen la base de estos fenómenos meteorológicos.

Sin embargo, pocas veces se plantea un conjunto de experimentos que muestren y ayuden a comprender los procesos que caracterizan y condicionan la dinámica atmosférica, y cómo se registran los principales parámetros meteorológicos. Este es el objetivo de este libro, donde proponemos 28 experimentos relacionados con la meteorología que se realizan con material sencillo y al alcance de todo el mundo, y que ayudan a comprender cómo se forman los fenómenos del tiempo y el funcionamiento de los aparatos. En cada experimento hay una pequeña explicación teórica de lo que se pretende demostrar, que da paso a una serie de preguntas y respuestas: ¿qué queremos demostrar?, ¿qué necesitamos?, ¿cómo lo hacemos? y ¿qué y por qué ha pasado?

Los experimentos se agrupan en 5 ámbitos: aire, presión atmosférica, el aire en movimiento, nubes y agua, y, finalmente, aparatos meteorológicos caseros. Aunque los experimentos seguramente son muy adecuados para la enseñanza primaria y los primeros años de la enseñanza secundaria, pueden adaptarse con relativa facilidad a cursos superiores, ya que cada experimento se puede complicar tanto como uno quiera, introduciendo variaciones y elevando el nivel de las preguntas asociadas en cada caso.

Agua empañada en caer

La atmósfera es la capa de aire que rodea la Tierra, la cual se extiende desde la superficie hasta más allá de los 1.500 km de altura. El aire está formado mayoritariamente por tres gases: nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y argón (0,9%). El resto son gases minoritarios, como el dióxido de carbono, el metano y una larga lista. Estos gases están formados por moléculas, y tienen una determinada masa. Por ello, son atraídos hacia el suelo por la gravedad del planeta, y generan una fuerza (su peso) sobre los objetos que están "sumergidos".

¿QUÉ QUEREMOS DEMOSTRAR?

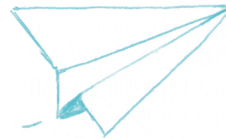


Que los gases que conforman la atmósfera ejercen una fuerza sobre la superficie terrestre.

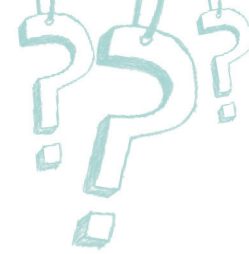
¿QUÉ NECESITAMOS?



- una botella de agua
- un plato sopero o un tazón
- agua
- una pajita de refresco

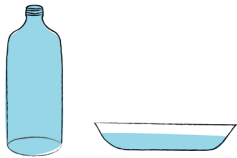


¿CÓMO LO HACEMOS?

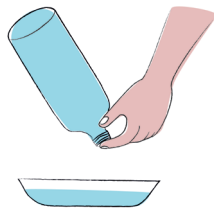


[1] Rellena la botella con agua, hasta rebosar. [2] Rellena hasta la mitad el plato sopero o el cuenco también con agua. [3] Tapa la boca de la botella con el dedo gordo de la mano y, de forma rápida, gira la botella y colócala boca abajo dentro del plato o cuenco. Una vez esté derecha, saca poco a poco el dedo de la boca, y deja que la botella se aguante verticalmente. Observa qué sucede con el nivel del agua. [4] Una variante de este experimento lo puedes hacer con una pajita de refresco. Colócala en el interior de un vaso lleno de agua. Cógela y sácala del vaso, taponando la boca superior con un dedo. Observa qué sucede si sacas el dedo.

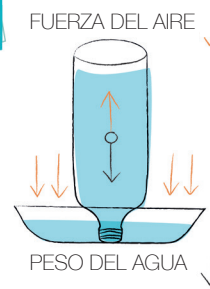
1



2



3



4



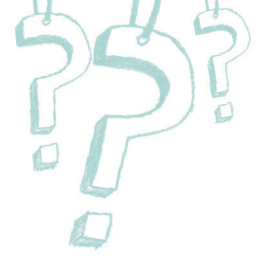
¿QUÉ Y POR QUÉ HA PASADO?



La fuerza que el aire ejerce sobre el agua del plato se transmite al agua del interior de la botella. Al estar la botella llena de agua, no hay aire y, por lo tanto, es como si en su interior hubiera un cierto vacío. La presión del aire es muy superior a la del peso de la columna de agua de la botella, y por eso no cae. Se necesitaría una botella, o un tubo, de hasta casi 11 metros para que el peso de la columna de agua fuera superior a la fuerza que ejerce el aire. Si en vez de agua fuera mercurio, la columna de mercurio necesaria para equilibrar la fuerza del aire sería de 76 cm o, equivalentemente, 760 mm; de aquí la unidad de 760 mm de mercurio, equivalente a 1 atmósfera de presión.

En el caso de la pajita de refresco, mientras el dedo tapone la parte superior, la columna de agua es pequeña y la fuerza del aire muy superior, por lo que el agua no cae. Al sacar el dedo, la fuerza del aire presiona por arriba, empujando el agua a caer.

¡El aire es muy pesado!



La totalidad de los gases de la atmósfera tienen una masa del orden de 5×10^{18} kg, un millón de veces menor a la masa del planeta Tierra, y unas mil veces menor a la masa de la Luna. Sin embargo, el 99% de la masa de la atmósfera se encuentra en los primeros 50 km, y el 80% en la primera de las capas, la troposfera, que se extiende desde la superficie hasta aproximadamente los 15 km de altura.

Al tener masa el aire, está afectada por la fuerza de la gravedad de nuestro planeta, y tiende a acumularse en la superficie. A nivel del mar y a 20 °C, la densidad del aire es de aproximadamente 1 kg por metro cúbico.

¿QUÉ QUEREMOS DEMOSTRAR?



Que el aire pesa, y calcular su densidad.

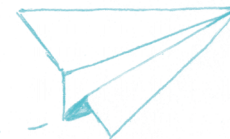
¿QUÉ NECESITAMOS?



- un globo
- una cinta métrica
- una balanza de precisión



¿CÓMO LO HACEMOS?



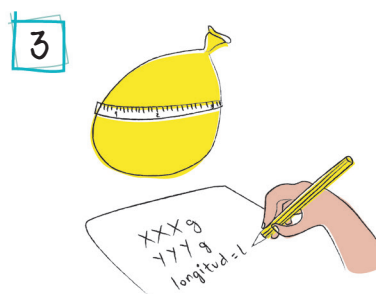
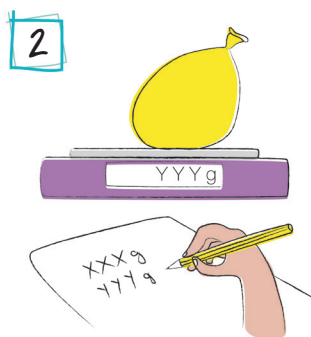
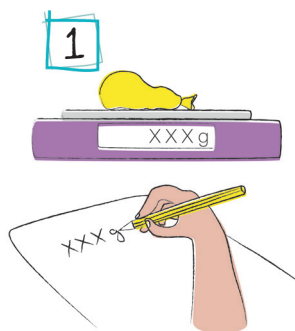
[1] Pon un globo desinflado en la plataforma de una balanza, y anota su masa.

[2] Hinchas ahora el globo, con fuerza, hasta que alcance un buen tamaño. Haz un nudo en la boca, para evitar que el globo se desinfla. Ponlo de nuevo sobre la balanza, y mide su masa.

Haciendo la resta entre la masa del globo hinchado y sin inflar, obtendrás la masa de aire que contiene el globo. [3] Mide ahora el diámetro del globo tal y como indica la figura.

[4] Si supones que el globo es esférico, la fórmula para calcular su volumen (V) es $V = L^3/6\pi^2$.

En esta ecuación, L es la longitud de la circunferencia. Debes obtener un resultado cercano a 1 kg/m^3 , o, equivalentemente, 1 g/cm^3 . Es difícil que obtengas el resultado exacto, ya que este experimento presenta diversas incertidumbres e imprecisiones en las medidas y en la resolución de los sistemas de medida.



4

$$\begin{aligned} m_i &= xx \text{ g} \\ m_f &= yy \text{ g} \\ \text{Masa aire} &= yy - xx = zz \text{ g} \\ \text{longitud} &= l = aa \text{ cm} \\ \text{volumen} &= V = \frac{l^3}{6\pi^2} = \frac{aa^3}{6\pi^2} = bb \text{ cm}^3 \\ \text{densidad} &= D = \frac{m}{V} = \frac{zz}{bb} \approx 1 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

¿QUÉ Y POR QUÉ HA PASADO?



Cuando soplas para inflar el globo, introduces aire que viene de tus pulmones. Este aire es una mezcla de los gases atmosféricos (nitrógeno, oxígeno, argón, principalmente) y del dióxido de carbono que tú exhalas al respirar. El globo se llena de aire y, por lo tanto, de gases que tienen una masa. El globo gana peso, que puedes medir cuando lo pones en la balanza. Dividiendo la masa que ha ganado el globo inflado, que corresponde a la masa de aire que hay dentro, entre el volumen que ocupa, obtendrás su densidad.

JORDI MAZÓN

Doctor en Ciencias por la UPC. Físico i máster en Climatología Aplicada por la UB. Profesor de universidad y de secundaria en el bachillerato internacional. Autor de una veintena de artículos científicos y de una docena de libros de divulgación científica, entre otros *100 preguntas de física: ¿por qué vuelan los aviones de papel, y por qué vuelan los de verdad?* (Lectio, 2011) y *Un submarino de aire y otros experimentos* (Lectio, 2014). Ha impartido y coordinado distintos cursos y seminarios de formación del profesorado de primaria y secundaria en el ámbito de la física, basados en la experimentación. Desde 2018 es presidente de la Asociación Catalana de Meteorología.

MARCEL COSTA

Biólogo y aficionado a la meteorología desde muy joven. Es profesor de ciencias de la enseñanza secundaria, actualmente en el Institut Obert de Catalunya, y también ejerce la docencia en el máster de profesorado de la Universitat Pompeu Fabra. Es autor y coautor de distintos libros de texto y de divulgación científica, especialmente del ámbito de la meteorología: por ejemplo, en Lectio ha publicado *Conocer las nubes* (2009), y en Cossetània *100 qüestions per entendre l'atmosfera* (2008) y *100 qüestions per entendre el canvi climàtic* (2018). Ha impartido numerosos cursos y charlas divulgativas sobre el tiempo atmosférico y el clima. Desde hace años es vocal de la Junta de la Asociación Catalana de Observadores Meteorológicos.

Primera edición: marzo del 2020

© del texto: Jordi Mazón Bueso y Marcel Costa Vila

© de los dibujos: Mireia Martínez Cabré

© de la edición: 9 Grupo Editorial / Lectio Ediciones

C/ Mallorca, 314, 1º 2ª B • 08037 Barcelona

Tel. 977 60 25 91 – 93 363 08 23

lectio@lectio.es • www.lectio.es

Diseño y composición: Imatge-9, SL

Impresión: Leitzaran Grafikak

ISBN: 978-84-16918-71-3

DL T 194-2020