

JAVIER FERNÁNDEZ PANADERO

# Experimentos para entender el mundo

LA CIENCIA PARA TODOS



# Javier Fernández Panadero

## Experimentos para entender el mundo

LA CIENCIA PARA TODOS

Javier Fernández Panadero, *Experimentos para entender el mundo*  
Primera edición digital: septiembre de 2016

ISBN epub: 978-84-8393-567-5

© Del texto: Javier Fernández Panadero, 2015

© De la fotografía de cubierta: Zebra Audiovisual, 2015

© Del diseño de cubierta: www.koonkoko.com, 2015

© De esta portada, maqueta y edición: Editorial Páginas de Espuma, S. L., 2016

Voces / Ensayo 179

Nuestro fondo editorial en [www.paginasdeespuma.com](http://www.paginasdeespuma.com)

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Páginas de Espuma  
Madera 3, 1.º izquierda  
28004 Madrid

Teléfono: 91 522 72 51  
Correo electrónico: [info@paginasdeespuma.com](mailto:info@paginasdeespuma.com)

Si deseas realizar cualquier consulta o sugerencia,  
te invitamos a escribir al autor a

[javierfpanadero@yahoo.com](mailto:javierfpanadero@yahoo.com)

[twitter.com/#!/javierfpanadero](https://twitter.com/#!/javierfpanadero)

o consultar su blog  
[lacienciaparatodos.wordpress.com/](http://lacienciaparatodos.wordpress.com/)

*A mi querida hermana Mari, luz de bondad y sabiduría para el mundo  
Por el pasado que nos une y el futuro que nos espera*

*A todos los que aprendieron algo de mí  
y a todos los que me enseñaron.  
Al Bien tras el velo*

## INTRODUCCIÓN

La base de la Ciencia es la experimentación.

No importan las opiniones, las tradiciones, quién ha dicho qué... Serán los experimentos los que decidan qué es cierto y qué no lo es.

Descartaremos modelos o ideas que nos gusten mucho si no están de acuerdo con los experimentos y tendremos que aceptar modelos que nos gusten menos o vayan en contra de nuestro «sentido común» si son los que mejor explican los hechos comprobados.

Así de duro y así de maravilloso. Somos libres para investigar el mundo, no dependemos de nadie, sólo tenemos que hacerle nuestras preguntas a la Naturaleza, en forma de experimentos, y ella estará encantada de contestarnos.

Tampoco hay que olvidar que la Ciencia no trata sobre lo que ocurre en un laboratorio o en una pizarra, la Ciencia trata de explicar cómo funciona el mundo en el que tú vives, el mismísimo cuerpo en el que habitas. Un laboratorio es un cachito del mundo donde podemos controlar mejor las condiciones del experimento, pero nuestro objetivo es comprender el mundo, tu mundo.

En muchos libros encontrarás preguntas y respuestas pero, de alguna forma, te «obligamos» a que nos creas, a que confíes en que algún científico ha comprobado experimentalmente que esa respuesta es la correcta.

En otros libros encontrarás experimentos, efectos curiosos y luego te explicarán por qué ocurre tal o cual cosa, pero a veces podemos caer en el error de pensar que sólo son eso, curiosidades.

Aquí será diferente.

Aquí nos preguntaremos por qué ocurre eso que contemplas todos los días (por qué el cielo es azul, por ejemplo) y después te propondremos un experimento para que tú mismo seas el que compruebe que eso es cierto. Serás tú quien haga Ciencia.

Porque, querido lector, eso es la Ciencia: Experimentos para entender el mundo.

En cada experimento, encontrarás un código QR. Si no conoces cómo funcionan, es muy sencillo, con cualquier *smart*

*phone* y una aplicación gratuita (es posible que ya la tengas instalada de fábrica) escanea el código y en tu móvil aparecerá un vídeo en el que me verás haciendo el experimento, allí mismo, donde quiera que estés leyendo el libro.

También puedes acceder a los vídeos a través del vínculo que aparece después de las Palabras clave que se encuentran al final de cada experimento.

Ya no te quedan excusas para conocer la realidad por ti mismo, remángate y manos a la obra.

Algunos de los experimentos usan objetos calientes o cortantes que pueden ser peligrosos, así que, aunque lo volveremos a decir en cada experimento, **DEBEN HACERSE BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN ADULTO RESPONSABLE** y, si no encuentras un espécimen así (quedan pocos), pues vale que sea «tu padre, tu madre o tu tutor legal».

## **ADVERTENCIA PARA ADULTOS**

La mayoría de los experimentos que contienen este libro son inocuos. No obstante, hemos incorporado a los experimentos una valoración según el cuidado y la atención que los adultos deben tener con los lectores más pequeños. La puntuación va del uno al tres y en todos los casos los niños deben estar acompañados, no sólo por la seguridad, sino también porque el aprendizaje en compañía es más sencillo, enriquecedor y divertido. ¡Que disfrutéis!

## AGRADECIMIENTOS

Una vez más mi agradecimiento a toda la gente de la que aprendí estas cosas: profesores, compañeros, escritores, blogueros... de ayer y de hoy. Imposible mencionarlos a todos, pero muchas gracias por ser mis maestros. Espero que aquí pueda retribuirlos a cada uno con algo que no conozca.

También agradezco por sugerir su escritura, a la vez que dedico este libro, a tantos compañeros profesores de ciencias en todos los niveles que buscan experimentos bellos, sorprendentes o divertidos, pero que les sirvan para que sus alumnos comprendan la realidad y desarrollen la mirada científica al mundo y el gusto por la experimentación. Algunos me dijeron que buscaban un libro así y espero que lo encuentren en este.

Como lo más importante es el Amor, vaya todo mi amor y mi gratitud a aquellos que me queréis y me acompañáis en la vida; os ofrezco también mi compañía y mi amor en el tiempo que se me conceda.

Finalmente, a mi padre Manuel, que además de traerme al mundo y cuidarme hasta que ha tenido que partir, me enseñó muchas cosas bellas y buenas, entre ellas, el gusto por el conocimiento y el estudio, cuyos frutos comparto ahora con vosotros, lo que hace que también sea en parte su regalo.

# 1

## ¿POR QUÉ EL CIELO ES AZUL?

Como homenaje a mi primer libro<sup>1</sup>, iniciamos con la pregunta que sirvió de arranque a mi aventura en el mundo del libro.

De noche o en el espacio el cielo se ve negro, así que es fácil el color azul que tenga que ver con las dos cosas que perdemos en esas situaciones: la luz del sol y la atmósfera.

Por otra parte, seguro que habéis visto brillar motas de polvo en un rayo de luz dentro de una habitación en penumbra: esto es porque la mota de polvo dispersa la luz que choca con ella, la luz blanca. Si redujéramos el tamaño de los centros dispersores (la mota, en este caso), los distintos colores de los que está compuesta la luz blanca (rojo, naranja... violeta) se dispersarían de forma diferente. Los colores de frecuencia más alta (azul y violeta) se dispersan mucho más que los de frecuencia más baja (rojo y naranja).

En la atmósfera, las moléculas del aire actúan como centros dispersores y son suficientemente pequeñas para producir esa dispersión selectiva. Según esto deberíamos ver el cielo violeta, pero como la componente violeta de la luz del sol no es muy intensa y nuestros ojos tampoco son muy eficientes viendo ese color, resulta que percibimos el cielo azul, para el que hay más intensidad dispersada y vemos mejor.

Por último, hay que decir que cuando la luz del sol recorre mucho camino en la atmósfera hasta llegar a nuestros ojos (en el atardecer o amanecer) la componente azul se va dispersando más y más, de forma que la luz que nos llega directa del Sol al mediodía con tono amarillo, al perder el azul en mayor cantidad, la vamos a ver roja.

Hagamos el experimento.

Coge un recipiente transparente y llénalo de agua.

Añade algunas gotas de leche. Esas partículas actuarán como centros dispersores de la luz.

Apaga la luz de la habitación e ilumina la jarra con una linterna. Verás que la jarra parece azulada. Si no es así, añade algunas gotas más, pero no demasiadas, no se trata de que el agua quede blanquecina.

Ahora pon una hoja de papel a la salida de la luz o mira la luz de la linterna a través de la jarra y la verás rojiza. Acabas de fabricar tu propia puesta de sol.

Nota.- Para los que sepáis algo de polarización de la luz tengo que decir que la luz dispersada está linealmente polarizada en cierto grado, como podréis ver si usáis gafas de sol polarizadas y, mirando a distintas partes del cielo, giráis la cabeza o las gafas. Tendréis máxima polarización en la perpendicular a la dirección de la luz incidente, esto es: mirar al cielo dejando el Sol a tu izquierda o derecha.

1. Javier FERNÁNDEZ PANADERO, *¿Por qué el cielo es azul?*, Madrid, Páginas de Espuma, 2003<sup>1</sup>, 2015<sup>12</sup>.



Ver experimento

palabras clave: Luz, dispersión de la luz  
[http://youtu.be/Fs\\_rts19Q0g](http://youtu.be/Fs_rts19Q0g)

## 2

### ¿TIENDEN A SUBIR TODOS LOS GASES?

No, no todos los gases tienden a subir.

Que un gas suba o «caiga» tiene que ver con su densidad, igual que cuando echamos un objeto al agua: flotará o se hundirá según su densidad. Recuerda que vives inmerso en un océano de aire.

La densidad nos dice cuánta masa hay en un volumen fijo, o, visto de otra forma, cuánto volumen hace falta para «guardar» una cantidad de masa fija.

Ejemplo 1: dos botellas de un litro, una llena de aire y otra de helio; la de helio pesa menos porque es menos denso.

Ejemplo 2: ¿cuántas botellas hacen falta para «guardar» un kilo de aire?, ¿y uno de helio?

Como veremos, muchas veces nuestro «sentido común» se ha entrenado en las situaciones más habituales y a veces nos hace llegar a conclusiones o generalizaciones erróneas.

Respecto a los gases, muchos de ellos son invisibles, como el propio aire, el helio, el gas natural, el dióxido de carbono... Así que antes no hemos tenido la oportunidad de saber si subían o bajaban.

En otros casos, como distintos tipos de humo o el vapor de agua, lo que ocurre es que están calientes: el calor hace que los gases aumenten su volumen, con lo que su densidad baja, así que el gas asciende. La mayoría de los gases que has «visto» eran menos densos que el aire.

Pero no es siempre así. El butano, por ejemplo, o el dióxido de carbono son gases que a temperatura ambiente son más densos que el aire. Cuando hay un escape o un exceso de estos gases, van «derramándose» formando una «inundación invisible» que puede provocar explosiones (en el caso del butano) o intoxicaciones (en el caso del dióxido de carbono), respectivamente. Por eso es importante esa rejilla inferior en tu cocina, para que esos gases salgan...

Así que, no las tapes ni las obstruyas ni dejes que se ensucien.



En nuestro experimento vamos a producir dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que en tu vida normal se produce como resultado de la combustión o en tu respiración, ya que también tu respiración es una «combustión» que hacen tus células para producir energía: «quemar» materia orgánica (azúcar, por ejemplo) y producen  $\text{CO}_2$  y agua. Como sabrás, más tarde el  $\text{CO}_2$  pasa a las venas y los glóbulos rojos lo llevan hasta los pulmones para que lo exhales.

El experimento.

Corta la parte superior de una botella de refresco de dos litros o usa un recipiente alto y no muy ancho.

Echa dos dedos de vinagre y unas dos cucharadas de bicarbonato sódico. Verás un burbujeo: se está produciendo  $\text{CO}_2$ , aunque en este caso no es una combustión.

Si fuera un gas menos denso que el aire, el  $\text{CO}_2$  ascendería por la botella abierta y se perdería, pero no es así. Ese recipiente abierto quedará «lleno» de  $\text{CO}_2$ .

Para comprobar que ese «hueco» está lleno de algo que no es sólo aire, echa pompas de jabón y verás que se quedan flotando sobre ese gas invisible.

Como hemos dicho, el  $\text{CO}_2$  también se produce en la combustión, que es, simplificando un poco, cuando una sustancia se combina con el oxígeno muy rápidamente, con gran producción de calor y de llama.

Si ese CO<sub>2</sub> se acumula en el lugar de la llama, entorpece el acceso de más oxígeno, de forma que la reacción no puede continuar llevándose a cabo y se apaga.

Prueba a meter una vela encendida dentro del recipiente y verás como se apaga. Mejor aún, pon la vela en la mesa y «vierte» sobre la vela ese gas invisible, más denso que el aire, que tienes dentro del recipiente y verás como, mágicamente, también se apaga.



PALABRAS CLAVE: Densidad, flotación, gases, seguridad, reacciones químicas  
<http://youtu.be/0pK8LRhn-0s>

¡ COMPRUEBA SI TE TIENE QUE ACOMPAÑAR ALGÚN ADULTO  
FUEGO / CALOR

### 3

## ¿CÓMO SE FORMAN LAS NUBES?

Sabemos que el calor hace que el agua se evapore. Lo vemos en los charcos, en la ropa puesta a secar o en nuestro propio sudor.

No hace falta que se alcancen 100 °C para que haya evaporación, aunque cuanto más alta sea la temperatura y más seco esté el ambiente más agua se evapora.

El vapor de agua sube junto con las corrientes ascendentes de aire caliente, hasta que encuentra una capa de aire suficientemente fría donde se condensa y se forman pequeñas gotas. Esas gotas no caen justo en ese momento precisamente por las propias corrientes ascendentes de aire.

Es el mismo proceso de formación del rocío, la niebla, o el vaho que condensamos en un espejo o un cristal. Tenemos aire con alto contenido en agua, desciende la temperatura y se forman gotitas.

Este proceso de condensación es más eficiente cuando hay «algo» donde condensarse (el espejo, las hojas de los árboles, partículas de polvo). Se les llama centros de nucleación.

El experimento es el siguiente.

Coge una botella de agua de plástico de litro y medio.

Echa dos dedos de agua y agítala para conseguir una atmósfera cargada de humedad en su interior.

Vacía el agua y tapa la botella.

Estruja repetidas veces la botella con el tapón puesto, observarás que no sucede nada. Esto es importante para distinguir esta situación de la que tendremos después, lo que se llama un «control».

Ahora enciende un par de cerillas y mételas encendidas dentro de la botella. Se apagarán en un momento, pero habrán dejado algo de humo en el interior. El humo no

se ve, pero sus partículas serán centros de nucleación para nuestra futura nube.

Repite el proceso de estrujar y liberar repetidas veces la botella, con el tapón cerrado. Al cabo de algunas repeticiones verás que dentro de la botella hay «niebla», al estrujarla desaparece y al soltar vuelve a aparecer. Al apretar la botella la temperatura del aire sube y vuelve a «absorber» las gotas de agua como vapor.



PALABRAS CLAVE: Condensación, nubes  
<http://youtu.be/FIbzRu4xFV8>

¡ COMPRUEBA SI TE TIENE QUE ACOMPAÑAR ALGÚN ADULTO  
FUEGO / CALOR