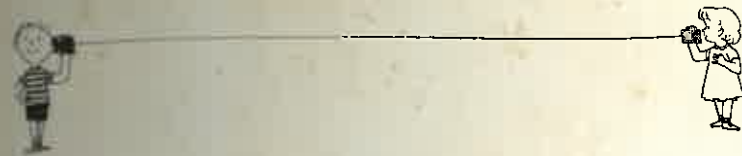
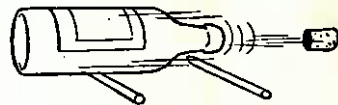
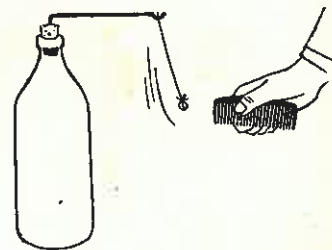


Una bomba de harina, una brújula, un barco a reacción, un periscopio, barcos magnéticos, un órgano hecho de botellas vacías... Todo esto, y otros muchos artefactos interesantes, es lo que te enseña a fabricar este libro.

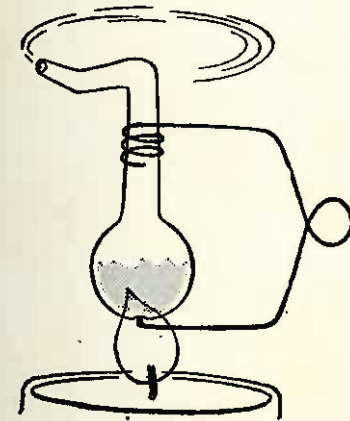
También encontrarás en él la manera de hacer experimentos increíbles con el calor —¿quieres acercar un cigarro encendido a un pañuelo sin quemarlo?—, con el sonido...

EL LIBRO DE LOS EXPERIMENTOS te ofrece muchas posibilidades interesantes y divertidas de descubrir los misterios de la Naturaleza.



# EL LIBRO DE LOS EXPERIMENTOS

LEONARD DE VRIES



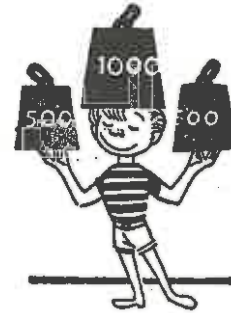
Editorial Adara



R.9931



LEONARD DE VRIES



# EL LIBRO DE LOS EXPERIMENTOS



**Editorial Adara**

La Coruña.

Título original:

THE BOOK OF EXPERIMENTS

© John Murray Publishers Ltd.

© De la presente traducción y edición:

Editorial Adara. La Coruña, 1975

Médico Rodríguez, 15 - Tfno. 262336

Ilustraciones: Joost van de Woestijne

Cubierta: Luis Horna

Impreso en España

por «La Voz de Galicia, S. A.»

La Coruña

ISBN: 84 - 385 - 0007 - 2

Depósito legal: C - 685 - 1975

Querido lector:

¿Has deseado alguna vez hacer un viaje de exploración?

¿Estás desilusionado porque tu deseo nunca se ha hecho realidad?

Déjame animarte. Te demostraré que la vida de cada día puede ser una expedición llena de sorpresas y aventuras para todo aquel que goce de las maravillas de la naturaleza.

Cualquier persona que disfrute con la aventura científica podrá hacer lo en su propia casa.

Lo creas o no, la verdad es que la mayoría de los experimentos científicos pueden realizarse con un material sencillo, que utilizamos todos los días y que se encuentra en casi todas las casas. Con su ayuda puedes emprender un viaje de descubrimientos por el reino de la ciencia. Te invito cordialmente a venir en él. Y no sólo a ti sino a los miembros de tu familia también: a tu padre, a tu madre y a tus parientes y amigos.

Yo seré sólo el guía; tú tendrás que descubrir las cosas por ti mismo a través de muchos experimentos de física y química. Tendrás ocasión de pasarlo bien en muchos momentos.

Pero no sólo llevaremos a la práctica experimentos interesantes. También intentaremos descubrir el cómo y el porqué de las cosas que ocurren.

¿Estás preparado? Bien, entonces empecemos el viaje.

Leonard de Vries.



## experimentos con el aire

En 1654 Otto Von Guericke dejó boquiabiertos a sus paisanos con un experimento que pronto se hizo famoso en todo el mundo. Juntó dos semiesferas, que ahora se conocen como semiesferas de Magdeburgo, por la ciudad donde realizó su experimento, y extrajo el aire que tenían dentro. Dieciséis caballos tiraron de ellas en un intento por separarlas, pero no lo consiguieron.

Algo nos rodea siempre y en cualquier parte, y, sin embargo, no podemos verlo. ¿Qué es?

¡El aire! ¿Y qué es el aire?

Es una mezcla de gases: oxígeno (sobre un 21%), nitrógeno (78%), y gases inertes o nobles, argón, neón, helio, kriptón y xenón, (1%). Además, el aire contiene pequeñas cantidades de hidrógeno, metano, dióxido de carbono y vapor de agua.

¿Tiene masa esa mezcla de gases?

Sí: un litro de aire puro (a 0° C y presión normal) tiene una masa de 1,293 gramos. Una habitación de 5 metros de lado y tres metros de altura contiene —en esas mismas condiciones— casi 97 kilos de aire.

El peso de todo el aire de la Tierra es de 4.983.000.000.000.000 kilos.

Las partículas más pequeñas de los gases que componen el aire son las moléculas. Una de ellas es más pequeña que la diez millonésima parte de un centímetro.

1 cm.<sup>3</sup> de aire contiene unos 26.250.000.000.000.000.000 de moléculas. Todas ellas se mueven muy rápidamente unas contra otras con una velocidad media de más de 500 metros por segundo. Cada molécula choca con otras unas 50.000.000.000 de veces en esa misma cantidad de tiempo.

(Estas cifras se refieren al aire a temperatura y presión normales). ¿Qué es la presión del aire?

Es la fuerza que ejerce sobre cualquier cosa.

Entendemos por presión, por ejemplo, la fuerza con que el aire empuja contra un centímetro cuadrado de pared.

La unidad que se emplea para medir la presión es la atmósfera, que aproximadamente es la fuerza de 1 kg. por cm.<sup>2</sup>, y que coincide con la presión media del aire al nivel del mar.

El cuerpo humano tiene una superficie de un metro cuadrado, aproximadamente. Por esa razón, el aire ejerce sobre él una presión de más de 8.000 kilogramos.

Toda la Tierra está rodeada de una capa de aire. El de mayor densidad se encuentra junto a la superficie. La mitad de todo él está por debajo de los cinco mil metros, y cerca del 95% debajo de los veinte mil. Todavía a una altura de mil kilómetros sobre la superficie de nuestro planeta hay aire muy rarificado. ¡Toda esa cantidad de gases ejercen su presión sobre nosotros! ¡Nos encontramos en el fondo de un océano de aire!

## 1. ¿Puedo servirle un vaso de aire?

Necesitarás: un cacharro grande con agua y dos vasos.

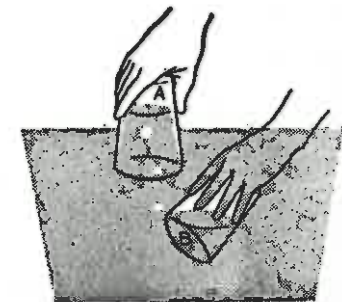
¡Derramar un vaso de aire! ¿Cómo puede hacerse eso? De una manera muy sencilla. Mete el vaso en un cacharro con agua y deja que se llene completamente. Luego levántalo boca abajo, teniendo cuidado de que quede un poco metido en el agua: de esa manera el vaso seguirá con el líquido dentro. Eso ocurre porque el aire ejerce una presión de 1 Kg. sobre cada centímetro cuadrado de la superficie del agua.



La fuerza de esa presión hace que el agua quede dentro del vaso y, de hecho, puede mantener así una columna de unos 10 metros de altura.

Ahora, mete el segundo vaso (B) dentro del agua con la boca hacia abajo. No entrará el agua porque, según se ha comprobado, el aire del vaso B tiene una presión mayor que el aire del exterior.

Inclina después el vaso B debajo del A, y el aire de uno pasará al otro. Habrás «derramado» al mismo tiempo un vaso de aire y un vaso de agua. Si inclinas A debajo de B, puedes llenar de aire el vaso B y pasarlo así de un vaso a otro. También puedes «derramar» el aire de arriba. Has descubierto una manera de hacer «visible» el aire, al dejar que se eleven en forma de burbujas, esos pequeños balones plateados.

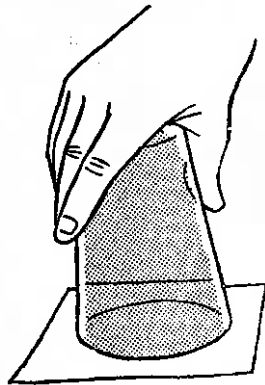




Pero... tu vaso está vacío. ¿Tanta sed tienes? ¿Puedo servirte otro vaso de aire?

## 2. Dale la vuelta a un vaso de agua sin derramar una sola gota

Necesitarás: un vaso de agua y un trozo de cartulina.



Llena un vaso de agua hasta el mismo borde y ponle encima un trozo de cartulina o de papel duro. Sostén la cartulina y pon el vaso boca abajo. Si dejas de sujetarla, el agua no se derrama y la cartulina no se cae con el peso del líquido. ¿Cómo es posible esto?

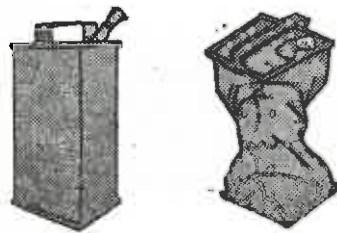
El aire de fuera ejerce una presión sobre la cartulina de 1 Kg. por  $\text{cm}^2$ , aproximadamente. Esa fuerza con la que el aire empuja a la cartulina contra el vaso es suficiente para soportar

el agua que hay en él (y la mitad más también).

Con un poco de habilidad se puede conseguir invertir el vaso sin sujetar con los dedos la cartulina.

## 3. Una lata de aceite aplastada por la presión del aire

Necesitarás: una lata de aceite agua, una cocina encendida.



«El aire aplasta una lata de aceite». Parece el titular sensacional de un periódico. Realmente es curioso poder despachurrar una lata con la presión del aire en tu propia casa.

Para este impresionante experimento necesitarás una lata rectangular, de unos cuatro litros aproximadamente, con tapón de rosca.

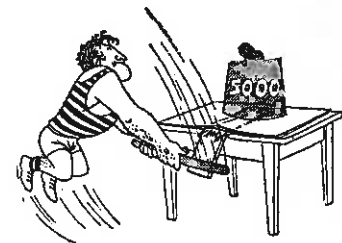
Si sospechas que la lata tuvo en otro tiempo cualquier líquido inflamable, como petróleo, asegúrate antes de que está perfectamente lavada y de que no queda ni el menor rastro del olor del líquido. Echa dentro de la lata una cucharada grande de agua caliente y ponla encima de la cocina de gas o eléctrica. Deja que el agua hierva unos cuantos minutos. Apaga la cocina y tapa inmediatamente la lata. Después, colócala debajo de un grifo y deja que el agua fría corra encima de ella.

(¡Ten cuidado! ¡La lata está caliente!). El vapor que hay en el interior se condensa en gotas de agua; dentro, la presión del aire es muy pequeña, y, desde fuera, el empuje del aire gana la partida. ¿Qué sucede? Con chirridos y quejidos ruidosos la lata se arruga, exprimida y aplastada por la fuerza gigantesca que el aire puede ejercer.

## 4. ¡Qué pesado es el aire!

Necesitarás: un listón de madera, dos periódicos, tu puño.

¿Sabías que sobre tu mano se ejerce una fuerza de unos 180 kilos? ¿Y que tu cuerpo entero soporta una presión de miles de kilogramos? Nunca te habías dado cuenta, ¿verdad? Pues es así, realmente. ¿Qué es lo que ejerce esa presión sobre nosotros? Otra



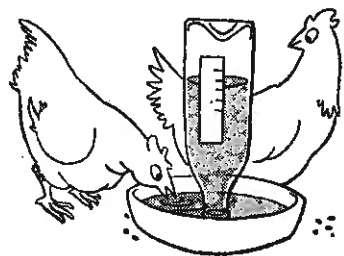
vez el aire. Si, ese aire tan ligero presiona sobre cada centímetro cuadrado con una fuerza de un kilo, aproximadamente. Una mano entera tiene una extensión de bastantes centímetros cuadrados; por eso, sobre ella descansa un peso de muchos kilos. Pero el aire empuja por todos los lados, y la mano devuelve esa presión también. Por esa razón no la notamos.

Después del experimento de la lata, puedes demostrar también el peso tremendo del aire de esta manera. Pon encima de una mesa resistente una tabla o un listón delgado de

unos 10 cm. por 50 centímetros y cúbrelo con un periódico. El papel ha de estar entero, sin un solo agujero. Estíralo bien y, después, golpea con el puño en el extremo del listón que queda fuera. Aunque te sorprenda, tu golpe no tendrá éxito (un golpe con el que podrías haberle amoratado el ojo a una persona o por el que tendrías que haberlo llevado al hospital): el papel no se levanta. Golpea tan fuerte como quieras porque el papel se quedará quieto; existe incluso la posibilidad de que rompas el listón. Hazlo después con un trozo fuerte de madera. El listón se romperá pero el papel seguirá igual.

¿Por qué se queda el listón como si estuviera clavado? Date cuenta de que el papel tiene unos 60 cm. de largo y unos 45 de ancho. Su superficie es de 2.700 cm.<sup>2</sup> ¡Eso significa que el aire ejerce sobre él una fuerza de cerca de 3.000 kilos!

### 5. Un barómetro y un bebedero para pájaros, al mismo tiempo



¿Te has encontrado alguna vez un barómetro que los pájaros puedan usar como bebedero? Es muy útil, porque las aves, al mismo tiempo que beben, pueden ver qué tiempo va a hacer... Ahora en serio, puedes hacer un barómetro de esta clase muy fácilmente. Llena tres cuartas partes

de una botella de agua. Pon agua también en un cacharro de cocina y mete la botella invertida. Tapa con el pulgar la botella hasta que esté metida en el agua.

En la parte de fuera de la botella, pega una tira de papel con marcas numeradas. Ya tienes ahí un barómetro de forma muy sencilla. Cuando la presión del aire sea alta, que normalmente significa buen tiempo, el agua de la botella subirá un poco; cuando la presión baje, el agua bajará un poco también: será una señal de mal tiempo.

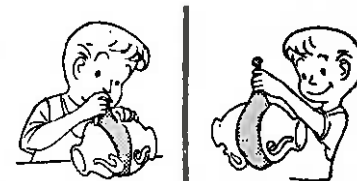
El nivel del agua no variará mucho y, además, los cambios de temperatura harán que el aire de la botella se expanda o se contraiga. Por eso será mejor que coloques tu barómetro en un lugar donde no se noten mucho esos cambios: en un sótano o debajo de unas escaleras, por ejemplo.

Si lo pones fuera de casa, los pájaros se interesarán por él, supongo que no porque quieran saber los cambios del tiempo, sino porque tendrán sed. Cualquiera que cuide pájaros estará de acuerdo en que este barómetro es un bebedero muy útil porque no hay que llenarlo tanta veces como una fuente o un plato de los normales.

### 6. Levanta dos tazas con un globo

Necesitarás: un globo y dos tazas.

Estoy de acuerdo que no es muy normal levantar tazas con un globo pero puede resultar divertido. Podrías intentarlo una vez. En este experimento está estrictamente prohibido tocar el asa de



las tazas. ¿Entendido? Infla el globo muy despacio y aprieta las tazas contra él, como en el dibujo. Después, infla más el globo y cuando su tamaño haya aumentado suficientemente, notarás que ya puedes soltar las tazas. Entonces, podrás levantarlo sin que se caigan los dos recipientes.

¿Quieres usar las tazas más nuevas y más valiosas de tu casa? El experimento funcionará de todos modos... pero también resulta bien con tazas viejas. Entonces, ¿por qué arriesgarse?

### 7. Un plátano se pela solo

Necesitarás: una botella, un plátano, un poco de alcohol.

Pocas frutas se pelan tan fácilmente como los plátanos. Incluso pueden llegar a pelarse solos. ¿Cómo? Utilizando la presión del aire. Coge un plátano que esté maduro, y, por un





extremo, levántale un poco la piel. Después, busca una botella que tenga un cuello de tamaño adecuado para que la carne del plátano entre bien. Mete en la botella una cuchara pequeña de alcohol y préndele fuego, arrojándole dentro una cerilla encendida o un trozo de papel ardiendo. Sin pérdida de tiempo, pon la punta pelada del plátano dentro del cuello de la botella, de modo que lo tape perfectamente. La piel puede colgar por fuera. Verás, con gran sorpresa por tu parte, que la botella se va tragando vorazmente el plátano haciendo bastante ruido al mismo tiempo. El alcohol, al arder, consume el oxígeno del aire y la presión de dentro de la botella se vuelve más pequeña que la de fuera. El resultado es que el aire exterior empuja al

plátano hacia dentro y se va pelando solo. Si el experimento no funciona, te aconsejo que antes de empezar le hagas al plátano dos o tres cortes todo a lo largo de la piel.

Una botella como ésta, con alcohol ardiendo, puede tragarse también un huevo hervido con su cáscara incluida. Puedes probar también con un huevo sin hervir si le ablandas antes la cáscara metiéndolo en vinagre un rato.

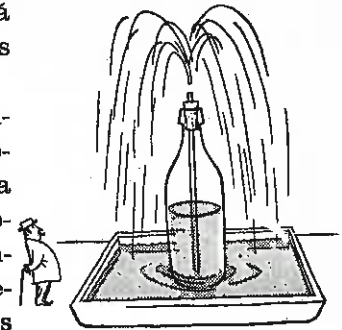
### 8. ¿Una botella? No, una fuente

Necesitarás: una botella, un tapón de corcho taladrado, una pajita.

Llena con agua una botella hasta la mitad y ponle un tapón de corcho que tenga un orificio donde quepa, bien ajustada, una pajita de las que se usan para beber refrescos. La pajita debe llegar bastante abajo en la botella. Aprieta bien el corcho. Después, sopla por la paja con toda la fuerza que puedas y aparta la cara con rapidez porque inmediatamente saldrá agua disparada por allí. Si al mismo tiempo empujas

un poco la paja, el agua llegará más alto y la fuente durará más tiempo.

La explicación de este experimento es muy sencilla. Cuando tú soplas, el aire pasa a través del agua hacia la parte de arriba de la botella que ya tiene también aire dentro. En ese espacio, por tanto, metemos más aire y la presión es mayor que fuera. Cuando dejas de soplar, el aire comprimido empuja el agua hacia fuera, con el resultado de que la botella comienza a manar como una fuente.



### 9. Pega dos vasos con aire

Necesitarás: dos vasos, un anillo de goma, papel.

Para este experimento necesitarás un anillo de goma, como el que tienen los tarros que cierran a presión. Humedece el anillo y ponlo encima de la parte de arriba de uno de los vasos. Después, mete un poco de papel de seda ardiendo dentro de él e, inmediatamente, pon el otro vaso encima, boca abajo. Cuando el papel se apague, los dos vasos estarán pegados. Si levantas el de arriba lo comprobarás. Como en el caso del plátano, aquí también se produce una disminución de la presión del aire dentro de los dos vasos. El aire de fuera, con su mayor presión, los mantiene firmemente unidos.

Los que quieran vivir tranquilos y sin problemas usarán vasos irrompibles. Si se cae uno, no podrás pegar los trozos con aire...

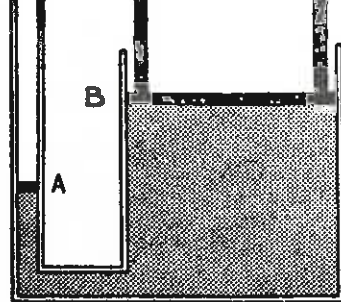


## 10. Levanta 10 kilos de libros con tu aliento



«Pero, hombre —dirás tú— no querrás que me crea eso. ¡Levantar 10 kilos de libros con mi aliento! ¡Es imposible!». Tus familiares y tus amigos estarán de acuerdo. A menos que... A menos que lo intentes. Pon en la mesa una bolsa de papel o de plástico, suficientemente grande para que quepa en ella una barra de pan, por ejemplo. Ponle encima un buen montón de libros. Coge los libros más gordos y más pesados que puedas encontrar. Ni un kilo ni diez presentarán ninguna dificultad: tu aliento los levantará sin problemas. Procura que la bolsa tenga una apertura que sea bastante pequeña. Sopla por ella. Tómatelo con calma; no es necesario que realices un gran esfuerzo. Fíjate: el montón de libros se levanta.

Has levantado unos 10 kilos de libros soplando normalmente. Es sorprendente ¿no crees? Ten cuidado de que el montón de libros no se tambalee, porque podrían caerte sobre la cabeza o la cara. Tu aliento es muy fuerte pero tu cabeza no resistiría este trato.



¿Cómo es eso posible? Una ley de la Naturaleza muy conocida, descubierta por Pascal, dice que la fuerza que se comunica a un gas o a un líquido se transmite en todas las direcciones. Si aumentas sólo en un poco la fuerza de tu aliento, la décima parte de una atmósfera, por ejemplo, esa fuerza se ejerce sobre cada centímetro de la superficie de la bolsa.

de la bolsa. Supongamos que tenga 15 centímetros por 30 centímetros (450 centímetros cuadrados). Tu impulso se transformará en una fuerza de 45 atmósferas. Por eso el montón de libros se levanta tan fácilmente.

Por la misma razón se puede explicar el funcionamiento de las prensas hidráulicas y de los elevadores de coches, que funcionan con líquidos, no con aire. Mira a este otro dibujo. Como la superficie del pistón B es mil veces más grande que la del A, una fuerza un poco mayor de 1 kilo ejercida en A se transmite a través del líquido, y el pistón B puede levantar un peso de 1.000 kilos.

## 11. Haz un fusil de juguete con un tubo y una patata

Necesitarás: un tubo de metal o vidrio de unos 13 centímetros de largo, un palo o un lápiz, una rodaja de manzana o de patata.

Quizá pienses que el título es una exageración. Entonces haz esto. Coloca el tubo sobre una rodaja de patata cruda y empújalo. Un trozo de la patata se situará en uno de sus extremos, bloqueándolo. Haz lo mismo con el otro extremo. Con el lápiz o el palo, empuja suavemente el primer trozo de patata hacia dentro. Apunta con el otro extremo a donde quieras disparar. ¡Disparar, sí, porque tienes un fusil de patata en la mano! Básicamente es como un fusil de aire; empuja con fuerza y rapidez con el palo y —¡POP!— el otro trozo de patata saldrá disparado como una bala hacia su objetivo. Si apuntas bien, le darás justo en el centro.



## 12. El misterio de la pelota de ping-pong flotante

Necesitarás: una pelota de ping-pong, una aspiradora.

¿Tienes en casa una aspiradora de las que son cilíndricas? Tendría que ser una de esas en las que puede co-



nectarse el tubo en cualquiera de las dos salidas.

Espero que sí, porque eso te permitirá hacer varios experimentos interesantes. El primero es conseguir que una pelota de ping-pong flote en el vacío. Conecta el tubo en la salida del aire y mantenlo en posición vertical. Suelta la pelota en la corriente de aire y seguramente

te sorprenderás al verla permanecer allí, flotando libremente: una experiencia realmente sorprendente.

Una vez más encontramos un ejemplo de las maravillas inquietantes de la Naturaleza. ¿Por qué se queda la pelota en la corriente de aire?

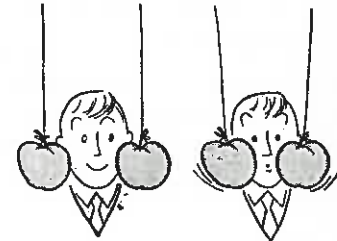
El aire que sale de la aspiradora se mueve muy rápidamente. Hay una ley de la Naturaleza muy conocida, la ley de Bernoulli (descubierta por el suizo Bernoulli) que dice: cuando la velocidad de un líquido o un gas aumenta, disminuye la presión de ese mismo líquido o gas. La presión del aire que sale rápidamente de la aspiradora es menor que la del aire que lo rodea. La pelota es lanzada hacia arriba por la corriente y permanece así porque su peso y la fuerza del aire son iguales. No puede salirse de ese sitio porque fuera la presión es mayor. El resultado es que flota en la corriente de aire a una altura bastante constante.

En lugar de usar la pelota de ping-pong, puedes hacerlo con un globo inflado, que también es más pesado que el aire. Pon en el rabo del globo unos cuantos clips para que no se eleve demasiado. Mantén el extremo del tubo inclinado un poco hacia arriba y el globo —o la pelota— permanecerá suspendido en la corriente de aire. Será un espectáculo realmente curioso.

### 13. ¿Qué hacen estas manzanas?

Necesitarás: dos manzanas, dos trozos de cuerda.

Coge dos manzanas y átale a cada una un trozo de cuerda de 1 metro de largo. Cuélgalas separadas a unos cinco centímetros. ¿Qué crees que ocurrirá si soplas después muy fuerte entre ellas? ¿Se separarán? ¿Las apartará la corriente de aire? Desde luego



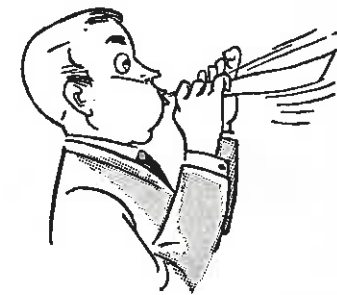
que sí, dirá el sentido común. Sin embargo, el sentido común se equivoca. Cuando soplas, las manzanas se juntan como si actuara una mano invisible. ¿Cuál es la explicación?

La ley de Bernoulli. Al aumentar la velocidad del aire, disminuye la presión. Cuando soplas, el aire que hay entre las manzanas se mueve y la presión es entonces menor allí que en el aire de alrededor. Por esa razón, el aire de los lados empuja a las manzanas hacia la zona de menor presión y, en lugar de separarse, se juntan.

### 14. ¿Cómo vuelan los aviones?

Necesitarás: un libro y una hoja de papel.

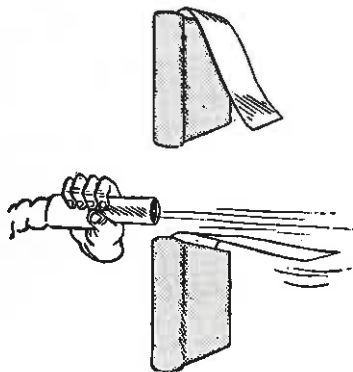
Cuando Bernoulli descubrió hace unos doscientos años que la presión del aire disminuía cuando aumentaba la velocidad, no se dio cuenta de que esa ley iba a ser la base de los viajes aéreos. Si sostienes junto a la boca una cuartilla de papel muy fino, quedará colgando lacio. ¿Qué sucederá si soplas sobre la parte de





arriba del papel? El comportamiento sorprendente de las manzanas te ayudará a responder correctamente. Inténtalo de nuevo. Una vez más ocurre algo inesperado; la hoja de papel se eleva hasta ponerse horizontal.

Podemos explicarlo fácilmente. Cuando soplas, se produce una zona de baja presión encima del papel. Debajo, el aire no se está moviendo y la presión permanece igual. Así, la presión es mayor en la parte inferior y el resultado es que el papel recibe un empuje que lo pone horizontal.



Puedes demostrar lo mismo con un libro, una hoja de papel y un ventilador o una aspiradora preparada para que salga aire por el tubo. Coge una hoja de papel un poco más gruesa y córtala un poco al principio para que pueda elevarse con más facilidad.

El ala de un avión se comporta de una manera muy parecida a lo que has observado en este experimento. ¿Te das cuenta?... Mira,

aquí tienes la sección del ala de un avión. La parte superior es curva y la inferior es plana o casi lo es. Las hélices lanzan el avión a gran velocidad a través del aire. El aire recorre las alas, pero el que pasa sobre la superficie curva debe recorrer una distancia mayor en el mismo tiempo que el aire que pasa por debajo. De acuerdo con la ley de Bernoulli, una mayor velocidad significa una presión menor.



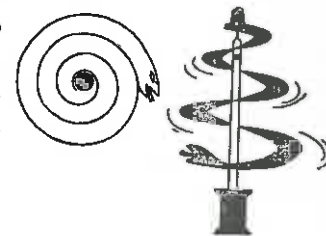
La presión debajo del ala es mayor que encima y, como resultado, el ala y el avión entero son empujados hacia arriba, y

toda la máquina, que es más pesada que el aire, se mantiene en él.

## 15. Un molino de viento con forma de serpiente para encima del radiador

Necesitarás: un lápiz, un carrete de hilo, un dedal, un trozo de papel bastante rígido, un trozo de papel de estaño, un par de tijeras, un afiler.

Un planeador que no tenga motor, ¿puede elevarse hacia lo alto en el aire? La respuesta es que sí, porque a menudo hay en la atmósfera corrientes de aire caliente que suben (se llaman termalles) y que hacen que los planeadores se remonten.



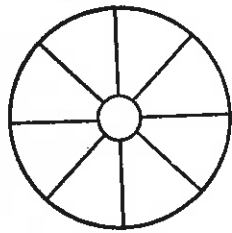
El aire caliente es menos pesado que el frío y se eleva de la misma manera que un corcho metido en el agua sube hasta la superficie, porque también el corcho es menos pesado que el agua. Esas corrientes de aire de temperatura más alta se originan, por ejemplo, sobre los campos de trigo o sobre las carreteras asfaltadas porque el sol los calienta más que a las zonas cercanas de hierba. También las hay sobre las playas y las dunas, porque la temperatura de la arena suele ser más alta que la del agua del mar.

También en nuestras habitaciones podemos detectar corrientes de aire que se elevan sobre las cocinas y los radiadores. Coloca sobre la cocina encendida un trozo pequeño de papel muy fino. Verás que es arrastrado un poco hacia arriba. Igual que el viento mueve las aspas de un gran molino, el aire caliente que hay sobre la estufa o el hornillo puede mover a uno que sea suficientemente ligero. ¿Te gustaría fabricarlo?

Vamos a hacer un modelo bastante extraño, con forma de serpiente. Dibuja sobre un trozo de papel rígido una espiral que termine con la cabeza de ese animal. Fíjate en el dibujo. Recórtalo. Hazlo suficientemente grande para que un dedal pueda pasar por el orificio pintado de negro.

La forma más conveniente de colocarlo es ésta: coge un carrete de hilo y métele en el orificio uno de esos lápices que tienen al final una goma. Clava en la goma un alfiler y coloca encima el dedal con la serpiente de papel. Ponlo todo encima de una repisa o en cualquier otro sitio que esté sobre la cocina o el radiador. Verás cómo la serpiente comienza a dar vueltas. El aire caliente empuja a la espiral y la hace girar. También es posible lograr el mismo resultado sosteniendo una vela encendida debajo.

Es bastante fácil hacer un molino de viento de verdad con un trozo de papel de estaño.



Dale los cortes como te indica el dibujo, haciéndole una especie de paletas. Cuando eso esté hecho, coge cada aspa y levántala dándole un pequeño giro. Hazle una pequeña abolladura en el centro. Monta el molino sobre el alfiler del aparato que hiciste antes y comenzará a girar sobre el radiador.

El aire caliente va por el techo hacia las ventanas. Allí se enfría y vuelve a bajar hacia el suelo. Se dirige otra vez hacia el radiador de la calefacción y se eleva de nuevo por causa del calor. Así se produce la circulación del aire y se ventila la habitación.

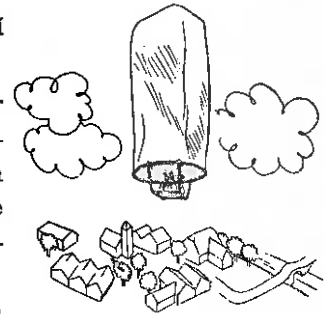
## 16. *Fabricate un globo de aire caliente*

Necesitarás: una bolsa de papel fino o 6 hojas de papel de seda, goma o cola, alambre, algodón, alcohol.

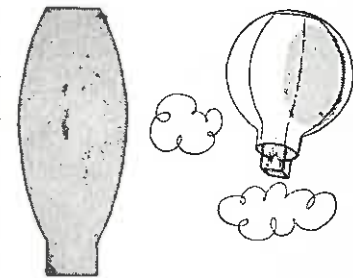
El 21 de noviembre de 1793, dos jóvenes nobles franceses, Pilâtre de Rosier y el Duque D'Arlandes, se metieron en una cesta en la que había una estufa con la tapadera levantada. La cesta colgaba de una gran bolsa de papel, forrada de lino, hecha por los fabricantes Montgolfier. La bolsa se

llenó con aire, que estaba a más temperatura que el de fuera y la cesta se elevó con los dos pasajeros. Fue la primera vez en la historia que los hombres subieron a la atmósfera por sí solos.

Los globos actuales se suelen llenar con gas, pero tú puedes divertirte bastante todavía fabricando con una bolsa de papel uno de aire caliente, siguiendo el procedimiento antiguo.



Coge una bolsa grande de papel muy delgado. Haz una cesta sencilla con alambre (fíjate en el dibujo). La parte de arriba será del mismo tamaño que la boca de la bolsa. Cuélgala de ella con trozos pequeños de alambre, o de papel adhesivo. Coloca en la cesta la tapa de una lata con un poco de algodón mojado en alcohol y enciéndelo. Ten en cuenta que siempre existirá el peligro de que se incendie la bolsa, por eso debes hacer este experimento al aire libre. Si quieres fabricar un globo de aire con forma más adecuada y que dé mejores resultados, corta seis hojas de papel de seda con la forma que te indica el dibujo. Pégalas después para componer el globo. Arriba habrá que añadir un trozo circular.

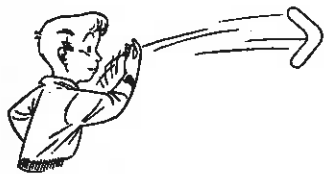


La capacidad de elevación de un globo de esta clase puede ser muy grande. Si quieres, átale el hilo de una cometa para impedir que se pierda en la atmósfera. Cualquier persona que sea un poco mañosa puede fabricar un globo de un metro de diámetro con un papel un poco más grueso. Necesitaría, desde luego, un fuego bastante mayor.



## 17. Un boomerang

Necesitarás: un trozo de madera contrachapada o de cartón grueso.



A pesar de su ignorancia científica, los aborígenes de Australia se las arreglaron para producir un arma de primera clase: el boomerang. Aquí tienes su forma, que no puede ser más sencilla.

Si lo coges por uno de los extremos entre el índice y el pulgar, de modo que el otro extremo esté colocado hacia tí, y lo lanzas con una cierta inclinación, recorrerá una trayectoria redonda y volverá hasta donde estás.

Puedes hacer un boomerang de esta clase con un trozo de madera contrachapada. Cada brazo deberá medir unos 25 centímetros. Lija los bordes hasta que estén redondeados. Cuando lo tengas hecho, lánzalo de manera correcta y volverá hasta tí. Los australianos cazan pájaros con ellos; es evidente que es un arma muy útil porque si falla su objetivo vuelve de nuevo al cazador. También es posible hacer un boomerang con un material más ligero, por ejemplo, con cartón, o uno más grande utilizando otro material más pesado. Intenta que funcionen probando una y otra vez.

## 18. ¿Qué hace esta hoja de papel?

Necesitarás: dos libros y una hoja de papel.

Coloca una hoja encima de dos libros que estén separados un poco. ¿Qué sucede si soplas debajo del papel? ¿Se echa a volar?

¡Increíble! Tiende a irse hacia abajo. ¿Comprendes por qué es así? Si no, piensa en el señor Bernoulli.

## 19. ¿Y estas dos hojas?

Necesitarás: dos hojas de papel de escribir.

¿Qué sucede cuando soplas entre dos hojas de papel que tú mantienes juntas? ¿Consigues separarlas? Inténtalo y ve-

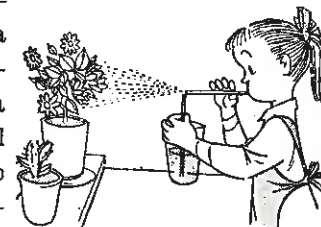
rás algo que no te esperabas: las dos hojas se pegan más.

Explicación: en este caso sucede lo mismo que las manzanas. De acuerdo con la ley de Bernoulli, se produce una baja presión entre las dos hojas; la fuerza del aire exterior es mayor que la del que hay entre ellas y los papeles se juntan más.

## 20. Fabrica un pulverizador

Necesitarás: dos tubos de cristal o dos pajas de las usadas para beber, un vaso con agua.

Mete uno de los tubos —o pajas— dentro de un vaso lleno hasta la mitad de agua y manténlo vertical. Verás que el agua sube hasta la misma altura que tiene en el vaso. Después, coloca el otro tubo junto al extremo del primero, formando un ángulo recto, y sopla a



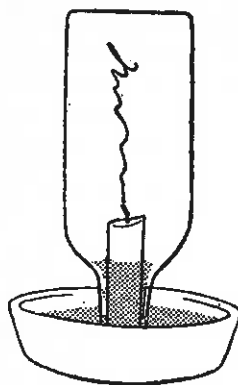
través de él. El nivel del agua se elevará en el tubo vertical, lo que demuestra que la corriente produce un descenso de la presión del aire que tiene dentro. Sopla fuerte y el agua subirá hasta arriba y podrás pulverizarlo en gotas pequeñas.

Los «sprays» utilizados para pintar o para combatir a los insectos y los ambientadores funcionan de la misma manera. Se basan todos en el fenómeno descubierto por Bernoulli, pero en muchos de ellos el soplido de la boca está sustituido por una bola de goma que se aprieta. En otros casos, se usa un tubo con succionador que funciona como una bomba o una reserva de aire comprimido.

## 21. ¿Cuánto oxígeno contiene el aire?

Necesitarás: una botella de leche, un plato o cacharro con agua, una vela y cerillas.

Coloca la vela en el fondo del cacharro, teniendo cuidado de que gran parte de ella quede fuera del agua. Enciende la



vela y enseguida (pero sin que la corriente de aire la apague) pon la botella de leche encima. La vela seguirá ardiendo, aunque la llama se hará cada vez más pequeña hasta que se apague por completo. Cuando esto ocurra, verás que el agua se eleva en la botella hasta llegar a una cuarta parte de su altura.

¿Por qué se apaga la vela? Porque le falta oxígeno. La combustión es una combinación química entre lo que se quema y el oxígeno del aire, y en la que se produce calor.

En las combustiones se consume oxígeno, que se une químicamente al material que se quema. Cuando el oxígeno de la botella se acaba la vela no puede arder por más tiempo. Simultáneamente, la presión del aire de la botella disminuye porque parte de él se ha consumido. El agua ocupa el lugar del oxígeno y llena aproximadamente una quinta parte del volumen de la botella. Pero debes tener en cuenta también que la llama, al calentar el aire, hace que se expanda. Cuando se enfría otra vez, se contrae y permite que un poco más de agua entre en la botella.

## 22. El oxígeno y el hierro oxidado

Necesitarás: un tarro pequeño (de jarabe o pastillas, por ejemplo), un tubo de cristal, un vaso con agua, un tapón de corcho taladrado, un poco de hilo de acero o limaduras de hierro, un poco de vinagre.

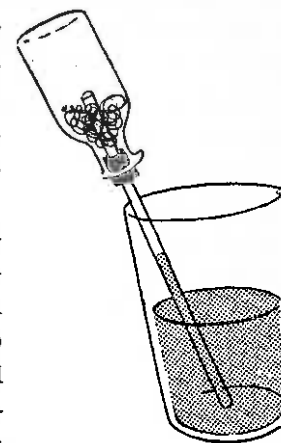
¿Qué es lo que le ocurre al hierro cuando se oxida?

Es como si se quemara lentamente sin llama, porque se combina químicamente con el oxígeno. La herrumbre nos brinda una buena oportunidad de comprobar que una quinta parte del aire es oxígeno.

Pon un poco de hilo de acero o limaduras de hierro en el fondo de un tarro pequeño. Humedécelas antes con un

poco de agua y vinagre. Después, tápalo con un tapón de corcho, o mejor todavía de goma, que tenga un orificio y un tubo de cristal metido en él. Fíjate en el dibujo. Coloca el otro extremo del tubo dentro de un vaso lleno hasta la mitad de agua.

El hierro comienza a oxidarse utilizando el oxígeno que hay en la botella. Esto sucede muy despacio y, al mismo tiempo, el agua va subiendo por el tubo. Al final, cuando todo el oxígeno se haya consumido, una quinta parte del volumen del tubo y la botella se habrá llenado de agua.



## 23. Fabricate una «casa del tiempo»

Necesitarás: un poco de madera contrachapada o cartón, un pelo humano o una cuerda de violín (de tripa), un cáncamo, corcho, goma o cola.

Ahora que oímos o vemos la predicción del tiempo por la radio, la televisión o los periódicos, las antiguas «casas del tiempo» han pasado de moda. Por esa misma razón puede ser agradable hacer una. Además la predicción puede ser muy diferente de lo que realmente va a pasar. Con este artefacto sabrás el tiempo que va a hacer por las señales del hombre con paraguas y la mujer con sombrilla.

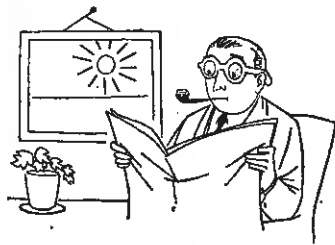


«La casa del tiempo» reacciona sólo ante la humedad del aire. Un barómetro registra la presión. Puedes construirla con madera fina contrachapada o con cartón. Dejo a tu iniciativa el decorado exterior. Lo que reaccionará a la cantidad de hu-

medad será sencillamente un pelo de tu cabeza o una cuerda de violín hecha de tripa. Se ata un extremo del pelo o de la cuerda a un corcho pequeño que tenga un orificio. El otro extremo se ata a un cáncamo que está atornillado en un trozo pequeño de madera. En esa misma madera se pegan las dos figuras, hechas también de cartón o madera fina. Tienes que conseguir que las figuras estén en perfecto equilibrio y que la madera cuelgue horizontalmente. Apretando o aflojando suavemente el cáncamo, coloca la casa de tal manera que la señora con sombrilla salga cuando haga buen tiempo y que salga el señor cuando empeore.

#### 24. ¿Sabes lo que es un cuadro del tiempo?

Necesitarás: un cuadro pintado, papel secante, agua, cloruro de cobalto y sal de cocina.



¿Recuerdas los «cuadros del tiempo»? Eran aquellas pinturas brillantes en las que el azul se volvía rosa cuando hacía un tiempo húmedo.

Puedes hacer uno muy fácilmente. Disuelve en un poco de agua dos cucharadas de cloruro de co-

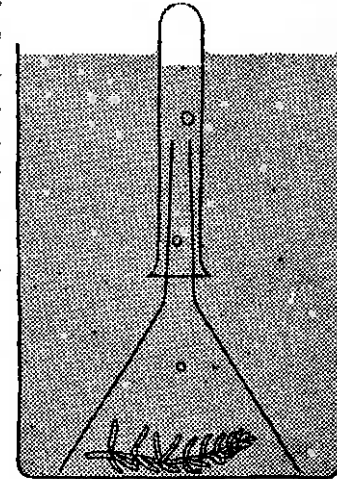
balto y una de sal de cocina. Empapa con ese líquido un trozo de papel secante, nuevo y blanco. Mientras esté mojado será de color rosa. Si lo pones a secar al sol o junto al fuego se volverá azul.

Después pinta un cuadro, por ejemplo, un paisaje de la costa o de la montaña. Sobre el azul del cielo pega el trozo de papel secante. Cuando el tiempo sea seco el cielo seguirá azul brillante; cuando sea húmedo, lo sabrás con antelación porque el cielo se volverá rosa.

#### 25. Las hojas de las plantas producen oxígeno cuando les da el Sol

Necesitarás: un recipiente grande de cristal, un embudo, un tubo de laboratorio, un alga de agua dulce, un palillo de madera.

Contando con la luz del sol, las plantas verdes cogen del aire dióxido de carbono y expulsan oxígeno. Es fácil demostrarlo con un alga de agua dulce puesta en el fondo de un cacharro de cristal lleno de agua. Colócale encima un embudo y, en éste, un tubo de laboratorio invertido y lleno de agua también. Pon el tarro donde dé directamente el sol y verás las pequeñas burbujas de gas salir de la planta e ir desplazando el agua del tubo. Cuando casi toda el agua haya sido ya expulsada del tubo (puede tardar algunas horas), enciende el palillo de madera, y un poco después, apágalo soplando. Saca el tubo del agua, colocándole el pulgar en la parte de arriba y ponlo derecho. Quita el dedo y mete el palillo, si es que todavía tiene alguna chispa encendida.



El fuego se reavivará porque el gas que hay en el tubo es oxígeno.

#### 26. Una bomba de harina como final ruidoso para tus experimentos con aire

Necesitarás: una lata grande (de unos 3 litros), una vela, un poco de harina seca, un embudo, un tubo de goma y algunas cerillas.

¿Puede arder la harina? Si intentas darle fuego a un montón fracasará. Pero desperdigada en el aire como una nube puede convertirse en una bomba inofensiva. Haz un agujero en el fondo de la lata grande para que ajuste bien el tubo de goma. Ya dentro, mete en el extremo del tubo un





embudo y, dentro de él, una cucharada pequeña de harina. En el fondo de la lata pon también una vela encendida. Colócale la tapadera e, inmediatamente, sopla fuerte por el tubo. Con un gran ruido la tapadera saldrá despedida. La harina extendida en el aire habrá explotado.

Es preferible hacer este experimento fuera de casa, no porque la explosión sea peligrosa sino porque la tapadera podría romper un cristal o causar cualquier otro daño en la habitación. También es importante tener cuidado de que no te dé en la cara. Con un poco de precaución la bomba de harina no supone ningún peligro.

## Experimentos con la atracción

Hace más de dos mil años un muchacho pastor llamado Magnes estaba cuidando su ganado. Llevaba un bastón largo con punta de hierro. Mientras miraba a las ovejas apoyó su cayado en un trozo de roca. Cuando quiso ir a por una oveja que se había alejado demasiado se sorprendió al notar que

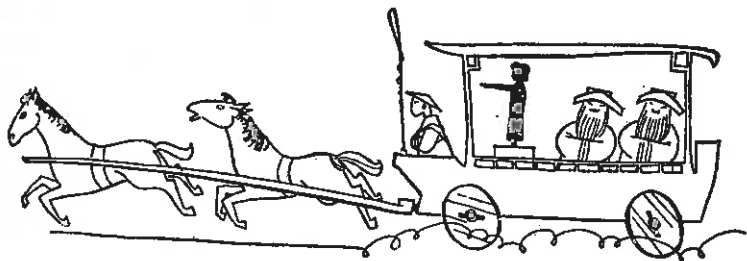


la punta de hierro del cayado estaba como pegada a la roca. De la piedra salía una fuerza misteriosa que atraía a los objetos de hierro.

Magnes fue el primero que encontró una roca de esta clase. Más tarde se encontraron otras con esa misma fuerza de atracción. Esas rocas se llamaron «magnéticas», quizá por el nombre de su descubridor, o porque la zona de Grecia en que fueron encontradas se llamaba Magnesia. En realidad no lo sabemos. También se les conoce con el nombre de imanes.

En una ocasión un emperador chino llamado Hoangli se encontró con su ejército en una gran llanura cubierta por una terrible niebla. Esto ocurrió mientras seguía los pasos de

su mortal enemigo, un príncipe que había intentado arrebatárle el trono. ¿Qué camino tenía que seguir? El emperador consiguió encontrarlo. Llevaba en su carroza una estatua con un brazo extendido que podía girar libremente. El brazo señalaba siempre al Norte y, aunque apenas podía verse nada a través de la niebla, gracias a la estatua encontraron la dirección en la que el enemigo debía haber huido. Esto es una



leyenda, aunque probablemente está basada en la realidad. En aquella estatua debía haber un imán; de hecho, sabemos que hace miles de años los viajeros chinos utilizaban unas agujas imantadas puestas sobre un pivote, para encontrar su dirección a través del vasto Imperio Chino.

Hace unos 600 años los europeos comenzaron a usar las agujas imantadas en sus brújulas para orientarse en los viajes marítimos.

Esto tuvo consecuencias importantes. Antes de ser descubiertas, los marineros no se aventuraban lejos de la costa por miedo a perder la ruta en el océano abierto. Con la aguja magnética se atrevieron a cruzarlo. Así, Colón pudo descubrir América y los holandeses, portugueses e ingleses consiguieron llegar a Sudáfrica, a la India, a Indonesia y a Australia.

La aguja magnética fue la llave que abrió las rutas del mundo entero a los navegantes.

Un imán es un objeto que atrae cualquier cosa de hierro. La fuerza de atracción, que sale del imán, se conoce como magnetismo.

Algunos minerales de hierro son imanes naturales.

Los imanes artificiales más conocidos tienen forma de U o de barra. Cuando se pone uno de esos imanes junto a clavos, clips o agujas, los atrae hacia sí.

Los extremos de un imán son los polos. En ellos, la fuerza de atracción es mayor. El centro del imán, en cambio, no es capaz de atraer.

Si cuelgas del polo de un imán un clavo (que no esté imantado) y colocas cerca de él otro más pequeño o una aguja, también quedará colgando. Bajo la influencia del imán, el clavo grande queda imantado también. Pero si lo alejas del imán, él no atraerá por su cuenta al hierro.

Una barra de acero o una aguja pueden ser imantadas frotándolas varias veces en la misma dirección con uno de los polos de un imán. El acero permanece imantado y no pierde su fuerza de atracción, como le ocurre al hierro.

Si se coloca una aguja imantada para que pueda girar con libertad, señalará siempre la dirección Norte-Sur; recibe el nombre de aguja de la brújula. El polo que señala al Norte se llama Polo Norte y el que señala al Sur, Polo Sur. El instrumento al que está fijada la aguja es la brújula.

La brújula es el compañero salvador y el guía indispensable de los marineros y aviadores.

## 27. Haz por ti mismo una brújula

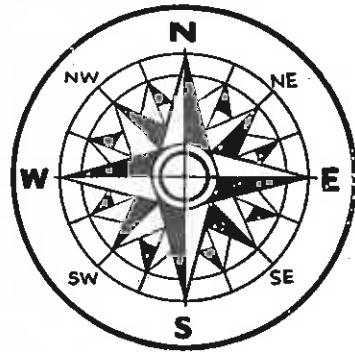
Necesitarás: una aguja, un imán, un plato de agua, un poco de papel, un lápiz, tijeras y regla.

Aunque no tengamos la intención de cruzar el océano en el próximo fin de semana, merece la pena hacer una brújula. Lo primero de todo es imantar la aguja. Te repito las instrucciones: frota en la misma dirección varias veces la aguja sobre un polo del imán. Después de cada pasada, levanta la aguja y llévala al punto de partida.

Lo único que hay que hacer después para que funcione

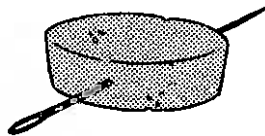


como brújula es dejarla cuidadosamente sobre un plato con agua. Tú pensarás que una aguja como ésta no puede flotar.



Porque, ¿no es el acero más pesado que el agua? Sí, así es; sin embargo, es posible que la aguja flote gracias a la «tensión superficial». Es decir, el agua se comporta como si tuviera una «piel» que no se rompe si se deja caer la aguja muy suavemente. Entonces podrá girar en dirección Norte-Sur.

Sin embargo vamos a construir una brújula un poco más elaborada. Primero, corta una rodaja de corcho de unos dos centímetros de grosor. Atraviésala con la aguja en la dirección de un diámetro. Recorta un disco redondo de cartulina blanca o papel y pinta en el centro dos líneas que se crucen en el ángulo recto. En uno de los extremos de la línea dibuja una flecha y ponle una N al lado; en el otro extremo dibuja una S, y en los da la otra línea, E y W. Después, coloca el corcho con la aguja en un cacharro con agua. El corcho girará hasta situarse en la posición Norte-Sur. Pero ¿cómo puedes descubrir cuál es el extremo de la aguja que señala el Norte? Si no lo sabes, es sencillo encontrarlo. Ponte de cara al sitio por donde sale el sol, con los brazos en cruz. El brazo izquierdo señalará al Norte. Cuando se-



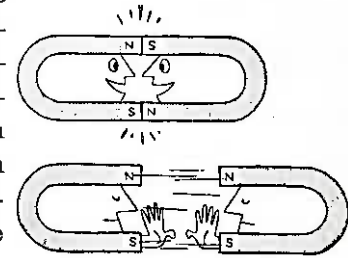
pa cuál es el extremo que señala al Norte, pégale al corcho el disco de papel con goma o con grapas. La línea Norte-Sur deberá coincidir con la aguja: el extremo que señala al Norte, con la letra N y el que señala al Sur, con la S.

Si quieres que tu compás se parezca más a uno de los de verdad, puedes pintarle en el disco de papel una rosa de los vientos, como la del dibujo.

## 28. Los polos del imán pueden ser «atractivos» y «repulsivos»

Necesitarás: dos imanes.

Sí, los imanes son más humanos de lo que piensas. Sus polos pueden atraerse y rechazarse. Si pones dos imanes con sus polos juntos puede que se atraigan con mucha fuerza y se junten con un golpe seco, pero también es posible que una mano misteriosa e invisible los separe.



Colgando un imán de modo que gire libremente puedes descubrir cuáles son los polos Norte y Sur. Señáloslos marcando las letras correspondientes o pegando unos trozos de papel. Acerca entre sí dos imanes con los polos marcados; descubrirás que el Norte y el Sur se atraen mientras que el polo Norte de uno repele al mismo polo del otro. Asimismo los dos polos Sur se repelen entre sí.

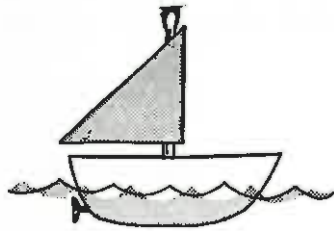
Los polos diferentes se atraen; los iguales se repelen.

Hay otro procedimiento para demostrar lo mismo: atrévete a dos rodajas de corcho redondo con dos agujas imantadas que tengan sus polos señalados. Puedes distinguirlos sujetando un momento las agujas sobre tu brújula. Recuerda que los polos iguales se repelen. Pon los corchos en el agua con los dos polos Norte encima de la superficie y los Sur debajo. Verás como se separan, rechazándose unos a otros. Pero si le das la vuelta a uno de ellos se acercarán atrayéndose mutuamente.

## 29. Construye barcos magnéticos

Necesitarás: un imán potente, una fuente de aluminio, madera, clavos.

Barcos magnéticos... eso suena a misterioso. Y realmente puede serlo. Al comenzar este siglo se exhibió en Amsterdam un barco pequeño que daba vueltas sin fin en un estanque, sin

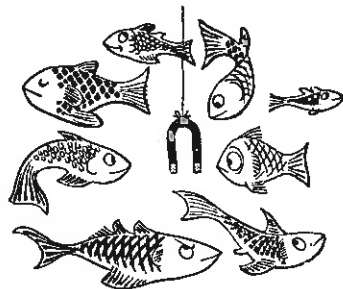


tener motor u otra forma de propulsión y sin que estuviera arrastrado por una cuerda. Miles de visitantes se preguntaron cómo podía moverse el pequeño barco. Era bastante sencillo. El barco estaba construido de hierro y, debajo del estanque en el que se movía, había un poderoso imán colocado sobre un gran disco horizontal. El disco giraba lentamente, movido por un motor eléctrico, y el barco seguía el sendero del imán.

Tú puedes hacer algo parecido a una escala más pequeña. Construye con madera varios barcos pequeños de no más de 4 cm. de largo. En la parte de atrás ponle un clavo grande a cada uno. Haz un taladro en la cubierta, introduce una cerrilla de madera y pégale un triángulo de papel. Así tendrás unos barcos de vela. Colócalos en el agua y, muy despacio, ve moviendo el imán por debajo de la fuente. Los barcos comenzarán a moverse. Otra manera un poco más complicada de hacerlo es recortar un disco de madera donde apoyar el imán. En el centro, se le introduce un eje conectado a una rueda de dientes o de polea. Finalmente, se pone en funcionamiento por medio de un pequeño motor eléctrico.

### 30. Una jornada de pesca con una caña magnética

Necesitarás: una vara de madera, un trozo de cuerda, un cacharro de aluminio o un tanque de acuario, clips, unas tijeras, un imán en forma de herradura.



Es posible pescar con una caña magnética si lo que quieres es capturar peces de hierro. Recorta varios peces de cartón o madera fina. Si son de cartón, tendrás que pegarles varios clips para que tengan el peso adecuado. Los peces no deberán ni flotar ni hundirse, sino mantenerse suspendi-

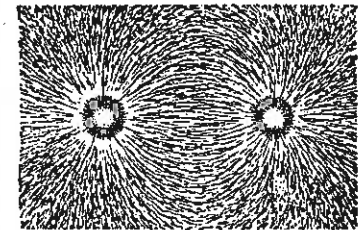
dos en el agua. Si son de madera, pégalos una tira de hojalata alrededor.

La caña se hace con la vara de madera y una cuerda atada al extremo. Al final, se ata el imán. Entonces estarás preparado para iniciar la pesca.

### 31. «Huellas» visibles del imán

Necesitarás: un imán en forma de U, una hoja de papel, limaduras de hierro y libros.

Coloca en posición vertical el imán, con los polos hacia arriba, ayudándote de dos montones de libros. Pon encima una hoja de papel y esparce sobre él limaduras de hierro. Los trocitos se distribuirán en líneas curvas que salen de los polos del



imán. Esas líneas se conocen como «líneas de fuerza» y señalan la dirección de la atracción magnética. Unos pequeños golpes dados en el papel favorecerán la formación de las líneas.

Esas líneas curvas formadas con las limaduras de hierro se parecen bastante a las huellas, por eso no es muy caprichoso hablar de «huellas magnéticas». Si tienes dos imanes puedes lograr huellas de distintas clases. Ponlos encima de una mesa con los polos de igual signo uno junto al otro y suficientemente cerca para que sientas la fuerza de repulsión entre ellos. Coloca una hoja de papel encima y esparce las limaduras. Su colocación demostrará claramente que los polos de igual signo se repelen. Si acercas los polos de distinto signo, las líneas se distribuirán de otra forma. En este segundo caso es preferible poner un trozo de madera o cartón entre los imanes para que no se peguen.

Puedes usar también un trozo de cristal en lugar de papel. El experimento tendrá los mismos resultados.

## 32. El calor destruye el magnetismo

Necesitarás: dos agujas imantadas y una brújula.



Si sostienes una aguja imantada junto a una brújula, uno de los extremos de la aguja del compás se apartará del pequeño imán. Pero si antes la acercas a una llama hasta que se ponga al rojo y la dejas enfriar después, observarás que su magnetismo ha desaparecido. También apreciarás lo mismo si golpeas la aguja con un martillo varias veces.

Al menos, la fuerza magnética habrá disminuido.

Parte una aguja imantada por la mitad. Verás que cada trozo se ha convertido en un imán completo, con sus dos polos cada uno. Compruébalo sujetando uno de los trozos junto a una brújula. Si vuelves a romper en dos una de esas dos mitades, obtendrás de nuevo dos pequeños imanes. Y así sucesivamente.

¿Cuál es la explicación? Suponte que el hierro y el acero están formados por barras magnéticas extremadamente pequeñas. El dibujo las representa imaginativamente.

En el hierro imantado todas las barritas están en la misma dirección, de manera que siempre están juntos los dos polos de distinto signo. En la parte central, todas las barras emplean su fuerza en atraer a las que tienen al lado pero en los extremos los polos están libres y son capaces todavía de ejercer su atracción.

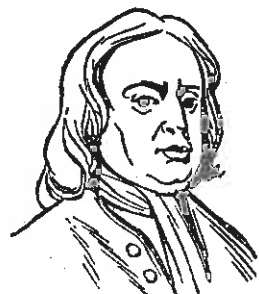
Si te fijas en el dibujo comprenderás por qué de un imán partido en dos salen otros dos imanes y que no importa que se divida muchas veces más para que siempre surjan nuevos imanes completos.

En el hierro o el acero no imantados las pequeñas barras están en completo desorden y no consiguen producir la atrac-

ción. Cuando se imantan, todas las barras se colocan en la misma dirección. En el acero las pequeñas barras mantienen la misma posición pero en el hierro se desorganizan rápidamente. Por esa razón el hierro pierde su fuerza de atracción cuando se aleja del imán, mientras que el acero permanece imantado hasta que, por los golpes de un martillo o por el calor, las barras se descolocan y adoptan posiciones irregulares.



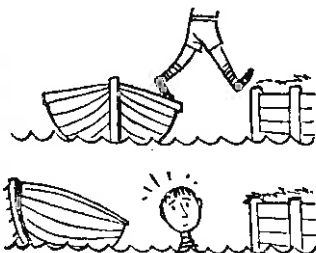
## Experimentos con las fuerzas



ISAAC NEWTON (1642-1725), el gran matemático, físico y astrónomo inglés, afirmó:

«La tercera ley del movimiento, que he descubierto, establece: toda acción produce una reacción contraria igual. Si Vds. empujan con su dedo una roca, caballeros, entonces la roca empuja contra su dedo con una fuerza igual».

Demostración 1. — ¿Has intentado alguna vez saltar desde el costado de un bote de remos a tierra? Antes de que puedas hacerlo, de acuerdo con la ley de Newton, deberás empujar el bote hacia atrás. ¿Y qué sucede entonces? ¡Te caes al agua!

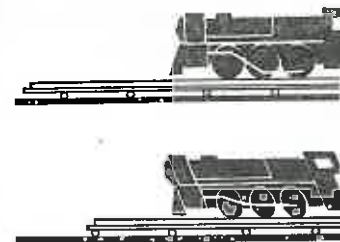


Demostración 2.

### 33. Los raíles empujan al tren hacia delante

Para que un tren pueda moverse, los raíles tienen que empujar hacia delante con la misma fuerza que el tren em-

puja hacia atrás. ¿No lo crees? La demostración es muy sencilla. Como es probable que no tengas a tu disposición una locomotora de verdad, tendrás que hacer tu demostración con una de juguete. Pon un par de raíles sobre una tira de madera muy delgada o de cartón duro, y coloca la máquina sobre los raíles. Debajo del cartón o la madera, coloca seis lápices cilíndricos. Cuando la pongas en funcionamiento o quites el freno, la máquina avanzará, pero... ¡los raíles retrocederán!



Demostración 3.

### El retroceso de una escopeta



Demostración 4.

### 34. Haz un cañón con una botella

Necesitarás: una botella vacía, polvos de levadura, una servilleta de papel, dos lápices cilíndricos.

Pon dentro de la botella todo el vinagre que quepa, sin que se salga al ponerla horizontal. Enrolla en una servilleta de papel una cucharada de polvo de levadura, retorciendo los extremos para que queden bien cerrados. Mete la «bomba» de papel en el interior de la botella y, rápidamente, ponle el tapón de corcho y colócala sobre los dos lápices.



Debido a la presión producida por el dióxido de carbono que se desprende, el corcho saldrá disparado de la botella, mientras que el artefacto se correrá un poco hacia atrás, como si se tratara de un cañón de verdad.



### 35. ¿Cómo vuelan los aviones a reacción?

Necesitarás un globo.



Infla un globo y sujeta bien el rabo con los dedos. En ese momento, la presión del aire que hay dentro de él es mayor que la que hay fuera, y empuja las paredes de goma con la misma fuerza en todas las direcciones. Por eso el globo tiene esa forma de balón redondo.

¿Qué sucede si de pronto lo sueltas? Intentalo. El globo sale disparado en dirección contraria al aire que se escapa. Eso está completamente de acuerdo con la tercera ley de Newton. El aire que sale ejerce una fuerza hacia atrás y se produce una reacción hacia adelante que

mueve al globo en esa dirección. También puedes interpretarlo de esta manera: el aire que se escapa hacia atrás se apoya en el globo y lo hace caminar en dirección contraria. Mientras el globo estaba sujeto, el aire interior ejercía su fuerza con la misma intensidad en todas las direcciones. Las fuerzas estaban en equilibrio y el globo no tenía tendencia a moverse, pero cuando dejaste libre la salida se rompió ese equilibrio. La presión del aire que estaba delante del globo dejó de ser igual que la del que estaba detrás y salió disparado. Las diferentes razones dadas para explicar el movimiento hacia delante significan realmente lo mismo.

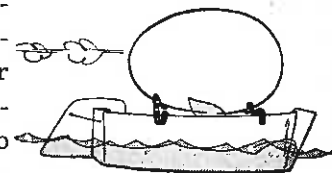
Y ahora te preguntarán: ¿qué tiene que ver todo eso con un avión a reacción? Porque un avión no es un globo... En un aparato de esa clase hay una cámara de combustión que se abre hacia atrás. Allí, cuando se quema una cierta cantidad de carburante, se producen gases calientes a una gran presión. Los gases sólo pueden escapar hacia atrás. La fuerza que ejercen produce una reacción hacia delante y el avión

empieza a moverse. Los cohetes funcionan de la misma manera. No es que los gases que salen tropiecen con el aire que hay alrededor y se apoyen en él, como mucha gente supone. De hecho, los cohetes, funcionan mucho mejor en un espacio sin aire, porque en él no encuentran la resistencia que actúa como freno.

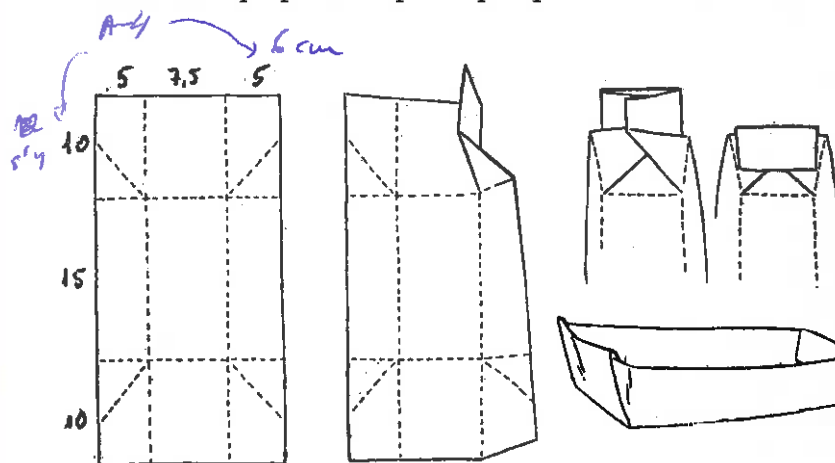
### 36. Un barco a reacción hecho con un huevo

Necesitarás: un poco de papel duro e impermeable, cola o goma resistente, la cáscara de un huevo, dos trozos de alambre, un corcho grande, un poco de algodón, alcohol, la tapadera de una lata pequeña y una fuente con agua.

Vamos a construir un barco de vapor que funcionará según el mismo principio que un reactor. Por eso lo llamaremos «barco a reacción». Comienza el experimento haciendo el barco con papel resistente. Fijate en el dibujo. Un trozo pequeño hará de timón. Haz un orificio en él y otros dos en la popa. Con un hilo, sitúa el timón en posición para que navegue circularmente.



Sobre los lados del barco, coloca dos trozos de alambre debidamente preparados para que puedan sostener con se-



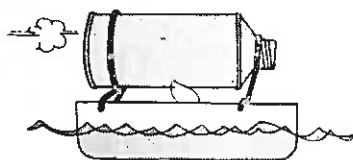


guridad al huevo. Después, tendrás que vaciar un huevo sin romper la cáscara. Para ello, hazle un pequeño agujero en cada extremo. Sopla por uno de ellos y el contenido saldrá por el otro. Cuando esté vacío, tapa uno de los orificios con goma o cola. Llena el huevo hasta la mitad con agua y ponlo sobre los alambres con el orificio hacia la popa. La caldera está ya preparada.

Ahora, el horno. Te valdrá la tapadera de una lata pequeña con un trozo de vela dentro, o con un poco de algodón impregnado en alcohol. Pon el barco en el agua y enciende el fuego. Después de un rato, el agua hervirá y una corriente de vapor saldrá por el agujero del huevo. Esa corriente que sale hacia atrás producirá una reacción hacia adelante y el barco se pondrá en movimiento.

### 37. Haz un barco a reacción con un bote de hojalata

Necesitarás: una fuente cuadrada de metal, un bote de hojalata vacío, pero con cuello de botella, un poco de alambre, un trozo de vela.



Hay otra manera de hacer un barco a reacción, utilizando un bote de hojalata que tenga cuello de botella. Hay algunos de talco que pueden valer.

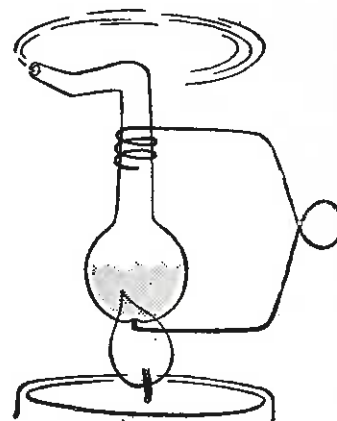
Hazle un orificio en la base, cerca del costado, llénalo hasta la mitad con agua caliente y apriétale bien el tapón. Monta el bote sobre la fuente de metal con ayuda de unos trozos de alambre. Enciende la vela y colócala debajo de la «caldera». Cuando el agua empiece a hervir, una corriente de vapor saldrá por el orificio y el barco avanzará inmediatamente.

Las personas mañosas serán capaces de construir muchas variantes de barcos a reacción. Por ejemplo, uno de madera con unos botes de hojalata encima.

### 38. Una turbina de vapor hecha de vidrio

Necesitarás: un tubo de vidrio, un trozo de alambre y una vela o una lámpara de alcohol.

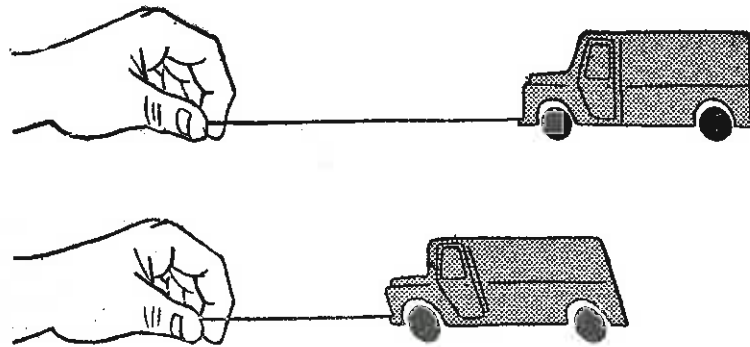
Coge un tubo de cristal delgado. Calientalo en un hornillo de gas hasta que uno de los extremos se cierre. Mientras esté sobre el fuego hazlo girar constantemente. Después, calienta ese mismo extremo de nuevo. Apártalo de la llama, ten cuidado de no quemarte, y sopla por la parte abierta hasta formar un bulbo de unos dos centímetros de diámetro. En el momento en que se esté enfriando, pero antes de que se endurezca, aprieta con un lápiz cerca del extremo abierto y hazle una hendidura. Vuélvelo a poner en el fuego y presiona en el mismo trozo hasta que quede formando un ángulo recto. Tendrás que hacer la misma operación cerca de la apertura también para que finalmente adopte la forma que tiene en el dibujo. La boquilla podrás prepararla calentándola al fuego y moldeándola con una pinza de ropa de las de madera. Al final, haz de alambre de hierro o cobre un sustentador en el que el aparato pueda girar.



Para llenar hasta la mitad el bulbo tendrás que calentarlo y, al mismo tiempo, colocar la boquilla bajo el agua. Pon debajo una vela y, cuando el agua hierva, el vapor saldrá por la boquilla y la «turbina» comenzará a girar. De nuevo tenemos aquí las fuerzas de reacción produciendo el movimiento del artefacto. Los aparatos de riego por aspersión se basan en el mismo principio.

### 39. Hace falta más fuerza para que una cosa empiece a moverse que para que continúe en movimiento

Si tiras de un coche o un camión de juguete con una goma elástica puedes demostrar que hace falta una fuerza mayor para empezar a mover un vehículo que para mantenerlo en movimiento. Cuando intentes moverlo verás que la goma se estira más que cuando ya está desplazándose. Los coches de verdad tienen una caja de cambio que funciona como un «retrasador». Convierte un movimiento de muchas



revoluciones en otro de menos revoluciones, que, sin embargo, produce una fuerza mayor: la que es necesaria para que el vehículo comience su recorrido.

Lo que sucede con un juguete ocurre también con los coches y con todos los objetos: para moverlos hay que vencer antes una resistencia. Newton la llamó inercia. Puedes observarla en muchas ocasiones. Por ejemplo, si quieres mover una carretilla cargada o quieres salir corriendo con una bicicleta, cuesta más trabajo darle el primer impulso que mantener la velocidad cuando ya está en movimiento. Pero si quieres pararlos, (el coche, la carretilla o la bicicleta) te darás cuenta de que quieren seguir andando. Poner en movimiento un cuerpo o pararlo cuando ya se está desplazando, resulta más costoso que mantenerlo en movimiento.

### 40. La inercia es algo realmente sorprendente

¡Sí. La inercia es maravillosa!, dijo el muchacho sentado perezosamente en la silla. «No tengo ninguna necesidad de demostrar lo que Newton llamó ley de la inercia. Lo siento tan claramente...»

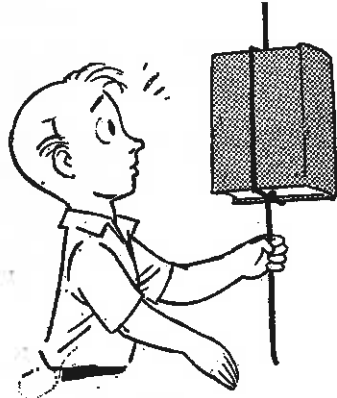
Bien movamos a ese muchacho perezoso enseñándole un experimento sorprendente. Sobre una hoja de papel tienes un vaso lleno de agua perfectamente seco por fuera. Si no está seco, el truco no valdrá. Dile a un amigo si cree que es po-



sible poner el vaso fuera del papel sin tocar el cristal. Si dice que sí, pregúntale cómo. Quizá intentará tirar del papel con mucho cuidado, pero seguro que fallará. Lo que sí puedes hacer es sacar el papel con un tirón rápido. El vaso se quedará donde está por causa de la inercia. ¡Pero no debes dudar! Sólo tirando rápidamente tendrás éxito. Es aconsejable que uses un vaso irrompible si crees que no vas a ser muy decidido en el último momento.

#### 41. ¿Qué cuerda crees que se va a romper? Puedes escoger

Necesitarás: un libro pesado, un trozo de cuerda.

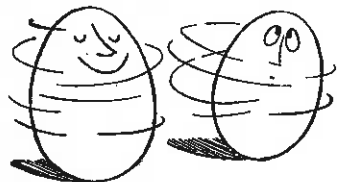


Corta la cuerda en dos trozos y cuelga un libro gordo con uno de ellos. Ata el otro trozo a la parte de abajo del libro. Si tiras suavemente de la cuerda inferior, se romperá la de arriba.

Si quieres romper la otra tienes que dar un tirón fuerte y rápido. La inercia del libro impedirá que toda la fuerza de ese tirón llegue a la cuerda de arriba.

#### 42. ¿Cuál de los dos huevos es el hervido?

Necesitarás: un huevo sin hervir y uno duro, dos platos pequeños.



Es posible descubrir si un huevo está hervido o no haciéndolo girar. Puede suceder un día en la cocina que nadie recuerde, entre dos huevos, cuál es el que está hervido. Este método es muy sencillo. Ponlos a girar en dos platos separados, dándoles un impulso rápido. El que tarde más en pararse será el hervido. El crudo lo hace a desgana, empieza a tambalearse y acaba cayéndose.

Ahora, vuelve a hacerlos girar de nuevo, pero, de pronto, páralos. Inmediatamente, déjalos de nuevo sueltos. El hervido se quedará quieto, mientras que el crudo seguirá girando.

¿Cuál es la explicación del extraño comportamiento del huevo no hervido? Que su contenido sea líquido. Por causa de la inercia, las capas más interiores de esos líquidos no pueden seguir el movimiento rápido que tú produces con tu impulso y se deslizan sobre las capas exteriores. Dentro del

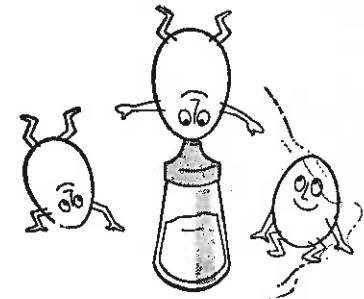
huevo hay tanto rozamiento que sólo gira unos momentos. Pero eso no significa que las capas de dentro se hayan parado también. Por esa razón, el huevo vuelve a girar él sólo cuando tú lo sueltas.

#### 43. Huevos obedientes y desobedientes

Necesitarás: dos cáscaras de huevo, un poco de arena, limaduras de hierro, goma de pegar, un trozo de papel.

Vacía un huevo sin romper la cáscara, como te explicamos antes. Sécalo y ciérrale uno de los orificios con goma o cera.

Al mismo tiempo que se cuecen o se frien los huevos para el desayuno o la comida tú puedes preparar uno con un



poco de arena dentro. Sorprenderás a tus compañeros de mesa con un huevo tan obediente que se quedará en la posición en que tú lo coloques. Permanecerá tranquilamente sobre la base del salero. Y lo conseguirás sin ayuda del ingenioso Colón (¿Conoces la historia de Colón y el huevo?). Puedes lograr incluso que se quede quieto en una superficie inclinada si no es resbaladiza. Pero para hacer todo eso tienes que colocarlo antes en la posición deseada y darle después un golpecito con cuidado. Cuando la arena se haya asentado, la parte de abajo del huevo será más pesada que la de arriba y se quedará quieto en la forma elegida.

Y ahora, sin menospreciar la disciplina... un huevo desobediente. Para prepararlo tienes que hacerle un agujero más grande en la punta. A través de él, echa dentro unas limaduras de hierro, hasta llenar un poco menos de la cuarta parte. Después, derrama encima un poco de goma de pegar. Deja que se seque y luego tapa el agujero.

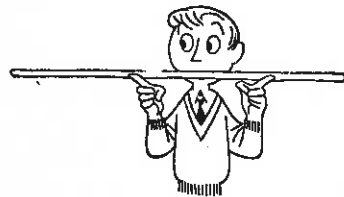
¿Por qué es desobediente este huevo? Ponlo en posición horizontal e inmediatamente se levantará. Apóyalo en la pun-

ta con la parte pesada hacia arriba. Rodará y adoptará la posición contraria. Lo pongas como lo pongas volverá siempre a la misma postura. El huevo será muy desobediente, pero no lo castigues porque no puede remediarlo.

Si le pintas unos ojos y una nariz, tus hermanos pequeños se divertirán mucho.

#### 44. ¿De qué lado se caerá el listón?

Necesitarás: un listón de unos 70 cm. más o menos.



En principio este experimento no parece muy interesante pero, de hecho, es el más sorprendente de este libro. Pon un listón sobre los dedos índices extendidos de tus dos manos, de modo

que uno de los trozos del listón salga un poco más que el otro. Bien, la pregunta es ésta: si juntas las dos manos despacio, ¿de qué lado se caerá el listón? Naturalmente tú esperas que caiga de la parte por la que salía más. Sin embargo, cuando juntas las manos despacio, ocurre algo inesperado: el listón no se cae sino que permanece en equilibrio. Y cuando tus dedos se juntan, te darás cuenta de que el listón está apoyado justamente en el centro, en equilibrio. Y no importa las veces que lo hagas ni el tipo de listón que utilices. Siempre se deslizará y se quedará en equilibrio automáticamente.

El rozamiento explica esta cuestión. El extremo que sobresaía más, ejercía más fuerza sobre el dedo que el más corto. Una mayor fuerza produce un rozamiento mayor también, de modo que el listón no se deslizó en ese punto. Si se deslizó en el lugar donde la presión y el rozamiento eran menores, es decir, donde se apoyaba la otra parte. Cuando la presión fue igual en los dos dedos —lo que ocurrió al igualarse los dos extremos— el listón se deslizó también en el primer dedo. Y como las dos mitades eran iguales, la madera permaneció en equilibrio.

#### 45. Dos tenedores haciendo equilibrios sobre una aguja

Necesitarás: un corcho grande, dos tenedores, una aguja y un lápiz.

Si miras al dibujo apenas podrás creer que es posible un equilibrio como éste. Sin embargo es muy fácil de realizar. Clava en un corcho dos tenedores y una aguja. Coge un lápiz con la punta hacia arriba y coloca la punta de la aguja sobre él.

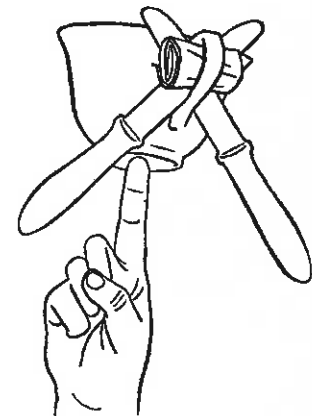
Todo permanecerá en equilibrio. Puedes incluso hacerlo girar sobre la punta del lápiz. Quizá consigas, como el payaso, poner el lápiz sobre tu nariz sin que pierda el equilibrio, pero recuerda que los tenedores tienen puntas afiladas. Yo, desde luego, prefiero dejarlo en la mano.



#### 46. Sostén en equilibrio una taza sobre tu dedo, con la ayuda de dos cuchillos

Necesitarás: dos cuchillos, una taza y un papel enrollado.

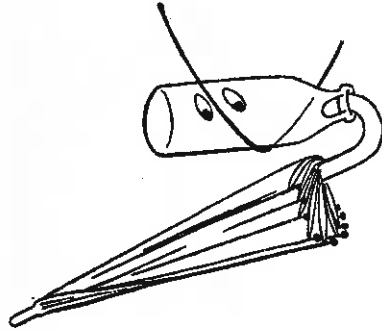
Ajusta, como ves en el dibujo, dos cuchillos en el asa de una taza, valiéndote de un papel enrollado. Extiende el dedo índice y coloca la taza sobre él. Estará casi tan segura como encima de una mesa. Si los mangos del cuchillo son suficientemente pesados, será posible llenar la taza con café sin tirarlo todo por tierra.





#### 47. Una botella que baila en el alambre

Necesitarás: una cuerda, una botella, un paraguas, tiza.

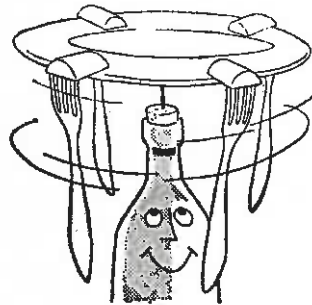


Cuelga una cuerda por los dos extremos de modo que no quede estirada. Dale consistencia frotándola con tiza. No es ninguna trampa porque los artistas del alambre también frotan con tiza las suelas de sus zapatos. Mete el mango del paraguas en el cuello de la botella (supongo que has tenido antes cuidado de que ajuste bien). Apoya después la botella en la cuerda y verás cómo queda en equilibrio como un verdadero alambrista.

#### 48. Un tiovivo

Necesitarás: una botella, un tapón de corcho, una aguja, un plato de aluminio, otros dos tapones, cuatro tenedores.

Corta dos de los tapones de corcho de arriba abajo y clava un tenedor en cada uno de los trozos. No deben formar un ángulo recto exacto con los corchos sino un poco menor porque si no los tenedores no colgarán bien del plato. Tapa la botella con el tapón restante y clávale una aguja. Después de buscar bien el centro, deja en equilibrio el plato sobre la aguja. Dale vueltas suavemente: como el rozamiento es muy pequeño

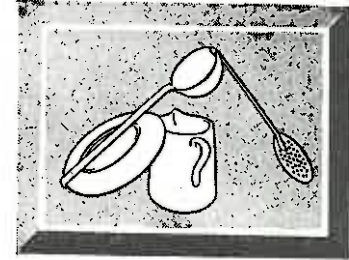


seguirá girando durante un buen rato.

#### 49. Equilibrio de cocina

Necesitarás: un plato, una jarra, una espumadera y un cazo.

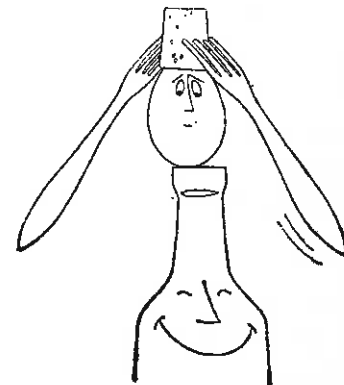
Después de intentarlo varias veces podrás conseguir un equilibrio como el dibujado en la figura. Antes de nada tienes que asegurarte de que el rabo del cazo ajuste bien en el borde del plato y de que no puede deslizarse sobre él. Puedes lograrlo metiendo entre los dos un trozo de corcho o un papel plegado.



#### 50. Un huevo acrobático

Necesitarás: una botella, un huevo, un tapón de corcho, dos tenedores.

Ahueca un tapón de corcho por la parte de abajo para que se ajuste bien en el extremo más agudo de un huevo. Clava dos tenedores en el corcho y colócalo encima del huevo. Inmediatamente, pon el huevo en el borde del cuello de una botella. Después de varias pruebas es posible que consigas este otro ejemplo sorprendente de equilibrio. Si no tienes éxito, el resultado no será tan sorprendente.

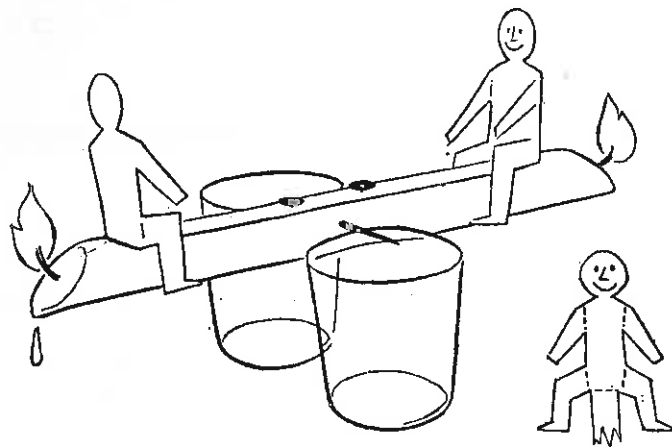


#### 51. Un balancín hecho con una vela

Necesitarás: una vela larga, un clavo grande, dos vasos de cristal y dos platos pequeños.

Es muy fácil hacer con una vela un balancín que se mueva por sí solo. La vela tendrá que estar encendida por los dos extremos. Quita algo de cera de las dos partes hasta que apa-

rezca el cabo. Busca exactamente el centro, apoyándola en distintos sitios para encontrar el punto de equilibrio. Atraviesa la vela con el clavo por ese punto. Apoya el clavo sobre dos vasos de igual tamaño. Ya tienes hecho el balancín; pero, ¿cómo funcionará? Enciende los dos extremos; de uno de ellos caerá una gota de cera y, entonces se levantará por ser



menos pesado. Un poco después, caerá otra del otro extremo y así sucesivamente. El equilibrio se romperá constantemente y, como consecuencia, el balancín continuará su vaivén.

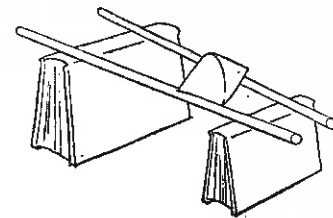
Tendrá un aspecto más curioso si recortas dos figuras de hojalata. Puedes recortarlas juntas, de una tira, y pegarlas a la vela con chinchetas. Coloca dos platos pequeños debajo de los extremos de la vela para no estropear la mesa.

### 52. Un doble cono que sube las cuestas

Necesitarás: un poco de papel grueso, unas tijeras, goma de pegar, dos varas de madera, un libro grande y uno más pequeño.

Es poco corriente, y de hecho es imposible, que una cosa suba cuesta arriba, a no ser que tenga la velocidad adecuada. Lo que vamos a hacer ahora no es hacer posible lo imposible, sino hacer que lo imposible parezca posible.

Haz con el papel grueso o con cartulina fina los dos conos y pégalos por la base con goma o cinta adhesiva. Coloca los dos libros (el grande y el pequeño) sobre una mesa, con los lomos hacia arriba.



Sobre ellos, pon las dos varas de madera o dos barras de cortina, con los extremos que estén más arriba, más separados que los de abajo.

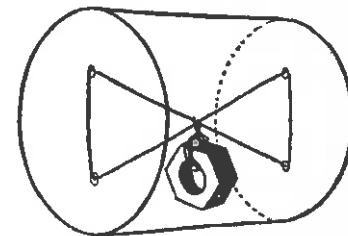
Después, coloca el cono sobre las maderas cerca del libro pequeño y quedarás sorprendido al verlo subir por los «raíles». El doble cono subirá una cuesta.

Pero, ¿sube realmente? Fíjate en los vértices del cono. Están bajando y, de hecho, el cono baja también. Pero parece como si despreciara el poder de la ley de la gravedad.

### 53. Fabricate una caja misteriosa

Necesitarás: unos 70 centímetros de goma elástica, un trozo pequeño de cuerda, algo que haga de peso (una tuerca grande, por ejemplo), un bote de hojalata con tapadera.

Sí: esta lata que vamos a construir es realmente maravillosa. En cada una de las bases, hazle dos orificios. Atraviésalo con la goma elástica, tal y como ves en el dibujo. En el punto de cruce, átale una cuerda pequeña y cuelga la tuerca. Después, coloca la tapadera.

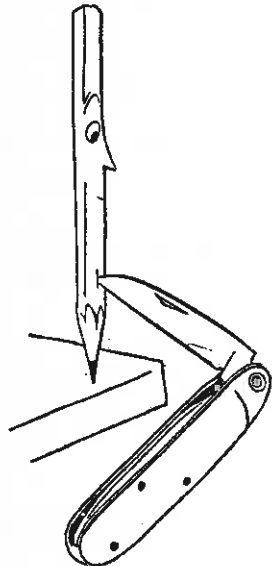


Apoya la lata en el suelo y dale un impulso. La tuerca estará debajo del punto de suspensión y el elástico se enrollará. No le des un empujón muy fuerte porque entonces se enrollará también la tuerca. Sorprendentemente, la lata volverá por sus propios medios hasta donde tú estás, movida por la energía almacenada en el elástico enrollado.

Cualquiera que no sepa lo que tiene dentro se quedará verdaderamente sorprendido.

#### 54. Un lápiz y una navaja como artistas del equilibrio

Necesitarás: un lápiz y una navaja.



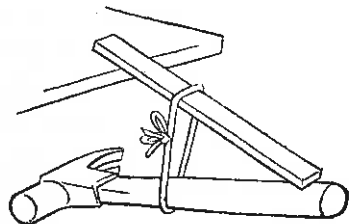
Abre la navaja hasta que la hoja forme un ángulo recto con el mango y hunde la punta en un lápiz bien afilado. Después, déjalos en equilibrio sobre el borde de una mesa. Fíjate en el dibujo. No tienen ninguna intención de perder el equilibrio y es incluso posible empujar un poco a la navaja, porque se balanceará con el lápiz adelante y atrás.

Como en todos los experimentos de equilibrio, todo depende de la posición del centro de gravedad y del punto de apoyo. Entendemos por centro de gravedad de un objeto un punto imaginario en el que parece concretarse toda su masa. Por

ejemplo, el centro de gravedad de una esfera es su centro. El de la combinación de una navaja y un lápiz está muy bajo, quizá en el mango de la navaja, pero ciertamente más abajo que el punto de apoyo. Por tanto, no se puede caer.

#### 55. Un ejemplo de equilibrio todavía más sorprendente

Necesitarás: un martillo, una regla y un trozo de cuerda.



Si colocas una regla en el borde de una mesa, con un trozo mayor por fuera que por dentro, la regla se caerá.

¡Puedes evitarlo colgándole un martillo! Parece increíble, ¿verdad?

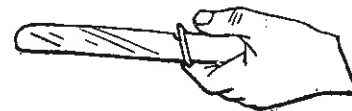
Cuélgale el martillo con un tro-

zo de cuerda, como está en el dibujo. Puedes soltarla completamente. La parte de hierro del martillo hace que el centro de gravedad esté debajo de la mesa, y debajo del punto de suspensión. El experimento se puede hacer también con cualquier listón derecho.

#### 56. Una manera poco frecuente de cortar una pera

Necesitarás: una pera, un hilo de lana o algodón, dos cuchillos afilados, una taza con agua.

Es posible cortar una pera madura, que esté un poco blanda, de una manera un tanto extraña. Cuélgala de un hilo todo lo alto que puedas. Debajo de ella —cuanto más lejos mejor— sostén un cuchillo afilado, con el filo hacia arriba. Después, acerca al hilo una cerilla encendida para que éste se queme y haga caer la pera. El cuchillo cortará la pera limpiamente por la mitad. Procura mantenerlo en el lugar adecuado para que la fruta no caiga fuera. Puedes saber cuál es el sitio exacto de una manera muy sencilla: acerca a la pera una taza con agua, muy suavemente para que no oscile y aparta después la taza. Las gotas de agua caerán verticalmente y te señalarán donde tienes que colocar el cuchillo. Tam-



bién puedes hacer el mismo experimento cruzando dos cuchillos. El sitio donde se crucen ha de ser el lugar en el que caen las

gotas. La pera, siguiendo la ley de la gravedad, se romperá en cuatro trozos.

#### 57. Una montaña rusa para las gotas de agua

Necesitarás: una tira de papel impermeable o de plástico, varios libros de distintos tamaños, un vaso con agua, una cucharilla pequeña y un plato.

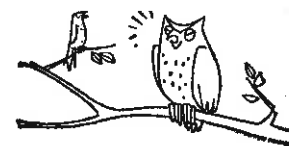
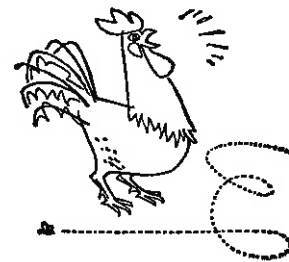
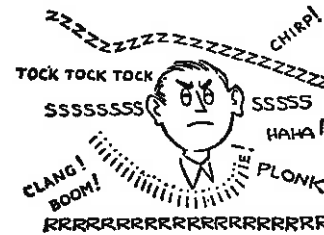
Coloca una tira de papel impermeable o de plástico (que esté completamente alisado, sin arrugas de ninguna clase)



sobre varios libros de distintos tamaños, como te indica la figura. El papel normal valdrá si antes lo has impermeabilizado con el hollín de una vela o de una lámpara de petróleo. Probablemente será necesario sujetarlo con alfileres. Deja caer una gota suavemente en la parte más alta del tobogán, rodará la primera cuesta y, gracias a su velocidad, subirá la siguiente, y así sucesivamente hasta recorrer el tobogán entero.

Si le das a otra persona una segunda cucharilla para echar gotas, podrás organizar emocionantes carreras.

## Experimentos con el sonido



Nuestro mundo está lleno de sonidos.

Vivamos en la ciudad o en el campo estamos oyéndolos durante todo el día; el canto de los pájaros, el relincho de los caballos, el rugido de los coches y los aeroplanos, la conversación, el canto, la risa, los gritos de la gente, el gemido del viento en los árboles, el zumbido de las abejas y de las moscas... no pasa ni un minuto sin que oigamos alguno de ellos.

Los ruidos son tan diferentes entre sí que podemos reconocerlos inmediatamente sin ver la persona o la cosa que los produce. Si oímos «Cock-a-doodle-doo» en alguna parte, sabemos que sólo puede venir de un gallo, a no ser que alguien nos esté gastando una broma. «Miau» es un gato. El martilleo sobre el hierro y el ruido de la sierra nos ha-



blan inmediatamente del trabajo del herrero y del carpintero.

Algunos sonidos son muy agudos, como el canto de un saltamontes; otros son graves, como la explosión del trueno. El trueno es también ejemplo de ruido fuerte, mientras que el viento lo es de uno suave.



Algunos nos resultan desagradables como el zumbido molesto de un mosquito, el chirrido de los frenos de un coche, los gritos de una lechuza o el torno de un dentista. Hay otros, sin embargo, que escuchamos con verdadero placer, como el canto de un ruiseñor o las palabras de una chica con voz muy agradable.

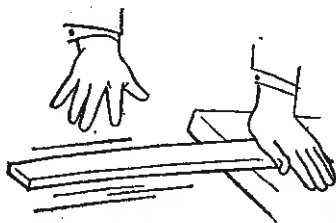
¿Cómo sería un mundo sin sonidos? Silencioso, muerto y aburrido. Pero lo peor de todo sería que no podríamos hablar unos con otros.

### 58. *Cómo se producen los sonidos*

Necesitarás: un listón delgado de madera, un cuchillo y una mesa.

Aprieta uno de los extremos de un listón sobre una mesa, dejando el resto de la madera fuera del borde. Aprieta después el extremo que queda fuera hacia abajo y déjalo inmediatamente libre. Debido a la elasticidad de la madera ese extremo del listón se moverá hacia arriba y hacia abajo. Decimos que ese extremo vibra. Cuando vibra oímos un sonido. Sostén la hoja de un cuchillo sobre la mesa. aprieta el mango hacia abajo y déjalo vibrar con libertad. También oirás otro sonido.

Si una abeja está quieta sobre una flor tú no puede oirla, pero



en cuanto se pone a volar, dejando que sus alas vibren muy rápidamente, oyes su zumbido, es decir oyes cómo produce un sonido.

Cuando se aporrea un tambor, se empuja el pellejo hacia abajo. Debido a su elasticidad el pellejo sube y baja repetidas veces, es decir, vibra y nosotros oímos otro sonido.

El que nosotros hacemos al hablar, al silbar o cuando cantamos es causado por algo que vibra, en este caso un par de tiras elásticas que hay en nuestro cuello: las cuerdas vocales. Si te pones a hablar y te tapas la boca con los dedos podrás oír las vibraciones con intensidad. Se puede demostrar con cientos de ejemplos que todos los sonidos proceden de objetos que, al vibrar, hacen que el aire vibre también.

¿Por qué los sonidos son diferentes entre sí?

Una abeja y un mosquito producen sonidos distintos. ¿Por qué? Porque el tono o la frecuencia de los sonidos son diferentes también. Las alas de un mosquito son mucho más pequeñas que las de una abeja y se mueven más rápidamente, es decir, vibran con más velocidad. Por esa razón nosotros oímos una nota más alta. Cuanto más rápidamente vibra una cosa, más agudo es el sonido que produce.

### 59. *Cuanto más rápidas son las vibraciones más agudo es el sonido*

Necesitarás: un listón de madera largo y una mesa.

Aprieta otra vez contra la mesa el listón que utilizaste en el experimento 58 y suéltalo después para que vibre. Seguidamente mete un poco más el listón en la mesa de modo que el trozo que quede fuera sea más pequeño. Haz que vibre otra vez. Lo hará con más rapidez que antes y el sonido será un poco más agudo. Cuanto más acortes ese extremo y más rápidamente vibre, el sonido que oirás será más agudo.

## 60. Cuanto más fuertes son las vibraciones más alto es el sonido

Necesitarás: una caja de cartón o de madera sin tapadera, una banda elástica.

Los sonidos se diferencian también por la fuerza con que son emitidos. Si das un golpe fuerte en una puerta con el puño produces un sonido mucho más fuerte que si la golpeas con un dedo. Y, afortunadamente, el rumor de tu respiración no es tan fuerte como el estruendo del trueno. Puedes entender esto muy fácilmente utilizando una caja de madera o de cartón que no tenga tapa y que esté cubierta con una banda elástica. Separa un poco la tira de la caja y déjala libre inmediatamente. Vibrará en una distancia muy corta y el sonido será suave. Pero si tiras de ella unos cuantos centímetros y la dejas libre después, vibrará con más energía y oirás un sonido más fuerte. El tono es igual en ambos casos pero la intensidad es mayor la segunda vez.

Si una persona canta, silba o toca un violín con la misma nota y la misma intensidad, a pesar de todo, el sonido será diferente en cada caso. La diferencia está en el timbre o en el «color» del instrumento que lo produce y por esa razón lo reconocemos fácilmente.

¿Por qué son diferentes? Si tú emites una nota de 400 vibraciones por segundo, por ejemplo, al mismo tiempo se producen otras notas de 800, 1.200, 1.600, 2.000, etc. vibraciones por segundo. La primera nota se llama fundamental y las otras, que son dos, tres, cuatro y cinco veces la fundamental, se llaman armónicos. La fuerza y el número de los armónicos son



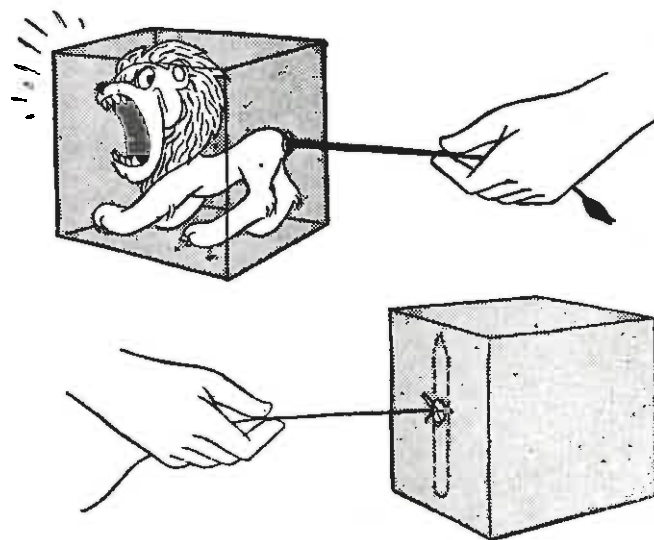
diferentes en cada instrumento musical y en cada voz. Nosotros no podemos oír separadamente los armónicos.

Un violín tiene armónicos muy fuertes que proporcionan a este instrumento su sonido cálido y lleno. Un silbato, en cambio, tiene muy pocos de esos armónicos y por eso su sonido es más débil. Por tanto, la frecuencia de las vibraciones produce la intensidad de la nota, y el número y la fuerza de los armónicos determinan su timbre.

## 61. ¡El rugido de un león sale de una caja!

Necesitarás: una caja de cartón, de madera o de hojalata, un lápiz, un trozo de cuerda y un poco de colofonia.

En el interior de esta caja se puede imitar el rugido de un león o el ladrido de un perro. Haz un orificio en uno de los lados de la caja y a través de él introduce un lápiz que tenga una cuerda atada. Debes darle consistencia a la cuerda con un poco de colofonia, como se hace con el arco de los instrumentos de cuerda.



Sujeta la caja con una mano y tira de la cuerda con el pulgar y el índice de la otra mano, deslizando los dedos por ella. Oirás un sonido alto que se parecerá al rugido de un león o al ladrido de un perro, según sea la caja.

Haz este experimento también con cajas de diferentes formas y materiales. Los sonidos que producirán las paredes al vibrar serán realmente sorprendentes.

### 62. *Fabricate una zambomba*

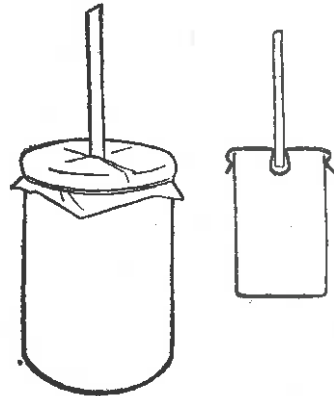
Necesitarás: una lata, una caña muy fina o una paja de unos 25 centímetros de largo, una vejiga de cerdo y un trozo de cuerda fina.

En algunas partes de España, durante los días de Navidad, los muchachos van de puerta en puerta cantando villancicos, tocando las zambombas y pidiendo una propina.

Puedes hacerte una zambomba de una manera muy sencilla. Producirá un sonido profundo que será casi tan bueno como las notas poderosas de un contrabajo doble.

Pon una vejiga de cerdo limpia en agua durante unos cuantos días y luego ajústale en el centro el extremo de una caña larga y delgada. Atalo con cuerda fuertemente para que la caña quede bien asegurada. Extiende la vejiga sobre la parte de arriba de la lata. Mete antes un poco de agua. Procura que la caña quede exactamente en el centro. Amárrala con la cuerda, estirándola bien para que quede firme.

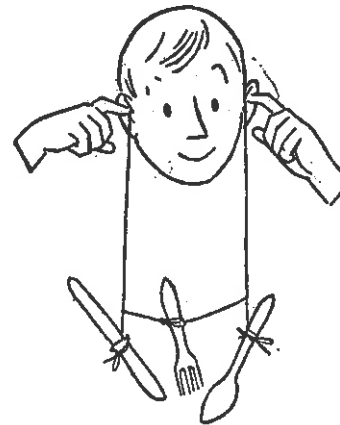
Para tocar la zambomba humidécete antes los dedos. Si lo haces con agua resultará muy higiénico, aunque los muchachos de que te hemos hablado utilizan la boca como grifo. Apoya en un lado de la paja el pulgar y, en el otro, los dedos índice y medio. De esa manera, deslizándolos arriba y abajo,



el pellejo se moverá. Si lo haces correctamente podrás oír el gruñido característico de este instrumento. Con latas de diferentes tamaños producirás sonidos diferentes también.

### 63. *El sonido de las campanas*

Necesitarás: una cuerda muy fina o hilo, un tenedor, un cuchillo y una cuchara.



Es muy fácil hacer un carillón con la cubertería de casa. Ata un cuchillo, un tenedor y una cuchara con una cuerda o un hilo tal y como ves en el dibujo. Acerca los extremos de la cuerda a tus oídos y apriétalos con tus dedos. Mueve la cabeza una o más veces como si estuvieras diciendo «No». El cuchillo, el tenedor y la cuchara chocarán unos con otros y empezarán a vibrar. Las vibraciones se transmitirán por la cuerda hasta tus oídos y

te parecerá que oyes el repiqueteo de un carillón. Sonará más nitidamente si consigues que alguien mueva los objetos de metal con un lápiz.

Por supuesto que puedes añadir a tu carillón más cuchillos, tenedores y cucharas de diferentes tamaños.

### 64. *Haz un teléfono con latas viejas*

Necesitarás: dos latas, un trozo largo de cuerda.

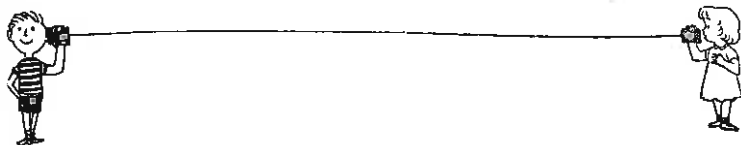
Sí, puedes hacer un teléfono con latas viejas. También con cajas de cartón impermeable como las que venden con la crema o los helados.

Haz un orificio pequeño en la base de las dos latas. Coge nueve metros de cuerda delgada e introduce los extremos por

los agujeros que has hecho. Hazle varios nudos después a cada uno de ellos para que la cuerda no pueda salirse.

Como fuera de casa hay más espacio, sal al exterior. Sujeta tu teléfono —perdón, quiero decir tu lata- teléfono— junto al oído y pide a un amigo que hable o cante por el otro extremo. La cuerda debe estar muy bien estirada y no tocar ninguna cosa. Aunque tenga varios metros oirás la voz de la otra persona perfectamente.

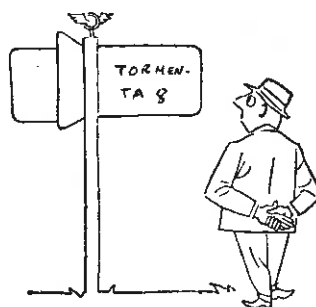
El teléfono de lata funciona de una manera muy sencilla. Cuando uno habla o canta en un extremo, la base de la lata vibra; la vibración se transmite por la cuerda y hace vibrar a su vez a la base de la lata que tú estás sujetando, y al aire que la rodea.



### 65. ¿A qué distancia está la tormenta?

Necesitarás: una tormenta.

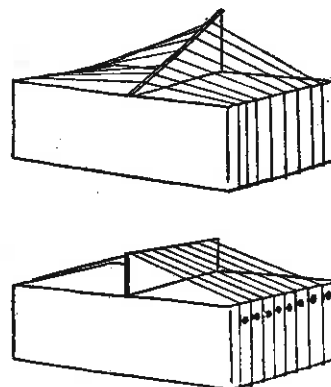
El sonido se transmite en el aire a una velocidad de 360 metros por segundo, mientras que la velocidad de la luz es de 300.000 kilómetros por segundo. En una tormenta la luz del relámpago se ve prácticamente al mismo tiempo que se produce pero el trueno se oye un poco después porque las ondas del sonido se transmiten mucho más despacio que la luz.



Para averiguar a qué distancia está una tormenta no tienes nada más que contar los segundos que pasan desde que veas el relámpago hasta que oigas el trueno. Después, multiplica el número de segundos por 360 y tendrás en metros la distancia a la que se encuentra la tormenta.

### 66. Haz una cítara con tiras de elástico

Necesitarás: una caja de puros (u otra parecida de madera delgada), un trozo de madera contrachapada o de cartón grueso, varias tiras de goma elástica.



Si estiras un elástico sobre una caja de puros que no tenga tapa y le das pequeños tirones producirás sonidos de una sola nota. Pero eso es bastante aburrido. ¿Qué tal si haces un instrumento con el que puedas tocar melodías? Corta un trozo de cartón grueso o madera contrachapada con la forma de un triángulo rectángulo y pégala vertical en la parte de abajo de la caja. En el lado inclinado del triángulo

haz ocho muescas. Estira bien sobre las muescas y la caja ocho tiras de goma elástica. Con un poco de suerte conseguirás sacar todas las notas de la escala.

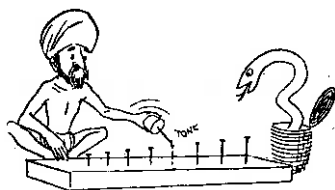
¿Se pueden afinar las notas de tu arpa? Sí, pero tendrás que introducir alguna variación, para dejarla como está en el segundo dibujo. Recorta un trozo rectangular de madera fina o cartón y hazle las muescas correspondientes. Clava en uno de los lados de la caja varios clavos delgados. Si quieres conseguir una nota determinada con la goma elástica, dale vueltas alrededor del clavo las veces que sea necesario. Así conseguirás una escala completa. Con un piano cerca podrás afinar fácilmente las cuerdas de tu instrumento.



## 67. Un piano hecho con clavos

Necesitarás: unos cuantos clavos de unos 5 centímetros de largo, una tabla gruesa de madera, un taco pequeño de madera, un martillo.

El dibujo te muestra cómo puedes hacer un instrumento musical con la cama de un fakir. Clava las puntas en la tabla de modo que cada una esté un poco más hundida que la anterior. Clava otra en el taco pequeño.



Golpea con ese clavo a los que están en la madera y obtendrás un agradable sonido. Hundiéndolo más o menos los clavos en la tabla puedes afinar el instrumento hasta conseguir todas las notas de la escala.

## 68. Cómo se fabrica un trombón de agua

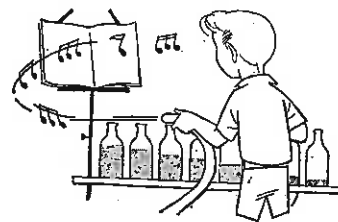
Necesitarás: una botella de cuello ancho, un tubo de cristal y agua.

Este instrumento es una mezcla de trombón y silbato. Llena casi completamente una botella de cuello ancho con agua. Mete el tubo en ella, pon los labios como si fueras a silbar y sopla. Si lo haces bien oírás una nota. Puedes lograr otras notas subiéndolo o bajándolo dentro de la botella. Cuanto más abajo esté, más aguda será la nota.



## 69. Un órgano hecho con botellas vacías

Necesitarás: ocho botellas de cuello ancho, una aspiradora, agua.



Alguna vez habrás soplado en el cuello de una botella y habrás producido un «BUUM» bajo y grave. Cuanto más grande es la botella más grave es el sonido; pero cuanto más agua se añade a la misma, la nota se va haciendo más aguda. Si al final

se sopla en el cuello de la botella casi llena, se produce un sonido parecido al de un silbato. Si haces lo mismo con la parte de arriba de una pluma de escribir, oírás uno penetrante y estridente que podrá oírse a dos calles de distancia.

Trata de encontrar ocho botellas vacías que tengan cuello ancho. Colócalas en fila separadas unas de otras. Coge agua en una jarra. Sopla en la primera botella hasta que oigas la nota. Echa agua en la botella siguiente hasta que, al soplar, se produzca la nota siguiente en la escala, y así sucesivamente. Para afinar tu órgano de botellas podrías valerte de un piano o una armónica.

De hecho ya deberías poder interpretar una melodía soplando en las distintas botellas pero sería muy pesado. Te sugiero que utilices una aspiradora. Tendrá que ser una de esas de forma cilíndrica que puede expulsar aire además de aspirarlo. Conecta el tubo en la boca de salida. No utilices la boquilla aplanada sino la redonda. Enchufa la aspiradora y acerca el extremo del tubo a la boca de una de las botellas, formando un pequeño ángulo. Si lo haces correctamente, oírás un sonido como el de la sirena de un barco. Ve moviendo el tubo sobre las otras botellas y producirás distintas notas. Si mantienes el tubo a unos 6 centímetros de las bo-

tellas, los sonidos serán más fuertes. Después, trata de interpretar una melodía con parte de la escala, y sigue practicando hasta que... bueno, lo dejo a tu personal gusto musical.

Con un poco de práctica no te será difícil interpretar algunas melodías en tu órgano de botellas. Si consigues más botellas, por ejemplo, de medio litro o más pequeñas, podrías aumentar las posibilidades de tu instrumento. Un entendido en música conseguirá incluso bemoles y sostenidos.

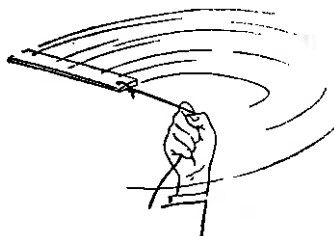
Cuando te canses de él, puedes convertirlo en un xilófono sin dificultad, dando golpes en las botellas con un cuchillo. Sin embargo, los resultados serán diferentes: la botella con más agua no producirá la nota más aguda... sino la más grave.

## 70. Los lamentos de una regla

Necesitarás: una regla (o un listón de madera delgada con un orificio en el extremo), un trozo de cuerda fuerte.

Pasa el extremo de la cuerda por el orificio y átalos con fuerza. Después, haz girar muy rápidamente a la regla cogiéndola por la cuerda. Puedes hacerlo de dos maneras distintas: o moviendo sólo la mano o dándole vueltas a todo el brazo. Al hacer esto la regla producirá unos sonidos poco esperados, desde un agradable zumbido hasta los más desconsoladores lamentos y quejidos. En las representaciones de teatro, los aficionados utilizan a veces este procedimiento para imitar el sonido del viento.

Una variante de este experimento es atarle a la cuerda una vara o utilizar reglas y trozos de madera de diferentes tamaños, todos juntos. En cada uno de los casos obtendrás sonidos diferentes.



## 71. Haz una armónica con copas de cristal

Necesitarás: varias copas de cristal, agua.



Hace algún tiempo podía verse en las calles, en las ferias o junto a las playas, unos hombres que producían sonidos y melodías muy agradables frotando suavemente con los dedos los bordes de unas copas de cristal que tenían agua dentro. Merece la pena que intentes algo parecido. Primero tienes que aprender los rudimentos. Coge una copa de cristal que tenga la base delgada, lávate las manos para que no

tengan grasa y humidécete la punta del índice. Frota con él el borde de arriba del cristal apretando un poquito y dando vueltas una y otra vez. Al principio resultará un poco difícil obtener sonidos agradables pero si eres constante y el cristal tiene las propiedades adecuadas tendrás éxito al final. Es importante no apretar mucho al principio y recordar que el dedo ha de estar siempre húmedo.

Cuando hayas aprendido bien la técnica de tocar en una de las copas, será el momento de montar una fila de ellas para conseguir la escala entera. Como hiciste con los otros instrumentos ahora podrás afinar cada copa echándole agua o quitándosela cuando sobre. Un piano será una buena ayuda. Los sonidos que se obtienen con una armónica de cristal de esta clase con nítidos y agradables, y muy parecidos a los de una caja de música.

## 72. Las maravillas de la resonancia

Necesitarás: dos copas parecidas, un poco de agua, un trozo pequeño de alambre.

Cuando hay dos violines uno cerca del otro y se puntea la cuerda A de uno de ellos, la cuerda A del otro comienza

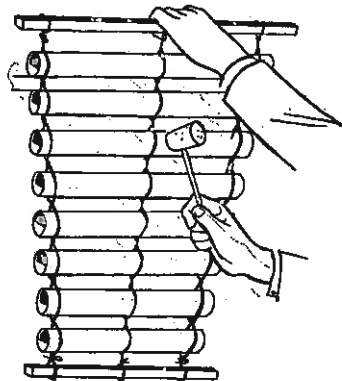
a vibrar y emite también un sonido. Este «sonar juntos» se llama resonancia. Te ofrecemos aquí varios ejemplos para comprobar ese fenómeno. Coloca un vaso pequeño sobre un piano y toca las notas una detrás de otra. El vaso vibrará intensamente con una de ellas. Pon dos botellas de leche iguales pegadas una a la otra y sopla en una de ellas hasta que emita un sonido: la columna de aire de la otra botella comenzará a vibrar inmediatamente y emitirá el suyo también. Algo parecido ocurre en los sitios pequeños y cerrados, como un cuarto de baño, cuando se producen una serie de notas bajas con la voz. Una de ellas sonará mucho más fuerte que las otras.

Te presentamos ahora un experimento muy interesante basado en la resonancia. Coloca dos copas de cristal a muy poca distancia una de la otra, llenas hasta un poco menos de la mitad con agua. Vierte agua en la que lo necesite para que las dos emitan exactamente el mismo sonido al golpearlas con el dedo. Coloca sobre una de ellas un trozo de alambre fino. Frota el borde de la otra con el dedo húmedo, como hiciste en el experimento anterior, hasta que produzca su nota. La primera copa se pondrá a vibrar por la resonancia y el alambre comenzará a saltar en el borde de una manera bastante cómica.

### 73. Un instrumento musical hecho con tubos de cartón

Necesitarás. tubos de cartón, cuerda, un martillo pequeño, dos listones de madera.

Se puede fabricar otro instrumento musical con tubos de cartón como los que sirven de envoltura a los mapas o a los dibujos. Lo más sencillo al principio es utilizar tubos de la misma clase de cartón y de la misma longitud y diámetro. Cuelga los tubos unos debajo de otros con cuerdas como ves en el dibujo. Para conseguir todas las notas tendrás que medir el tubo supe-

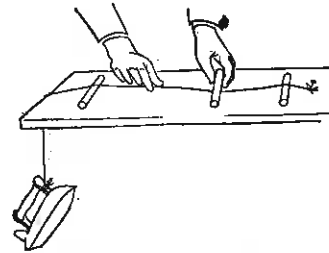


rior y cortar los otros con estas proporciones: 1:8/9:4/5:3/4:2/3:3/5:8/15:1/2.

Puedes hacer el martillo para golpear los tubos con un tapón de corcho y un lápiz clavado en él. Escribe las notas en los tubos y con un poco de práctica llegarás a interpretar algunas melodías en tu instrumento.

### 74. Haz una guitarra con un alambre de acero

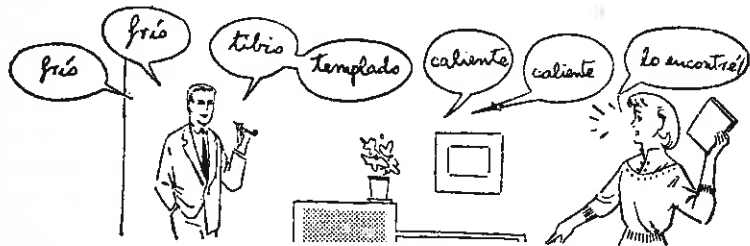
Necesitarás: un hilo de acero, una tabla, dos varitas de madera.



Coloca un alambre de acero sobre dos varitas de madera que estén sobre una tabla. Lo mejor será que cojas el alambre de un instrumento de cuerda. Clava uno de los extremos a la madera con una punta y cuelga del otro una plancha de hierro o cualquier otro objeto pesado. Si

introduces debajo otra varita de madera, podrás variar la longitud de la cuerda. De esa manera, al puntear, obtendrás notas diferentes.

## Experimentos con el calor



Si cogemos un trozo de carbón y lo partimos en dos, y volvemos a partirlos una y otra vez, cada vez obtendremos trozos más pequeños. Llegará un momento en el que ya no podamos utilizar ni siquiera una navaja para seguir cortando y tengamos que servirnos de una hoja de afeitar. Con la ayuda de una lupa podremos continuar, pero al cabo de un rato resultará prácticamente imposible dividirlos en partículas más pequeñas.

Imaginate que consigues un cuchillo tan fino que todavía puedes seguir cortando más y más. ¿Podrías continuar por tiempo indefinido? ¿Hay un límite? La contestación es que sí, que lo hay. Si obtuviéramos un trozo que fuera la millonésima parte de un milímetro no podríamos seguir dividiéndolo. La palabra griega que significa indivisible, es átomo, de ahí que a ese fragmento indivisible le llamemos un átomo de carbón.

Los científicos afirman que todo lo que vemos, que todo lo que nos rodea, es decir, la gente, los animales, las plantas y las casas, los campos y las montañas, los mares y las nubes —en otras palabras, todo lo que está sobre la tierra o dentro



de ella— está formada por innumerables átomos, en su mayor parte reunidos en grupos llamados moléculas.



Supongamos que tenemos un trozo de plomo en forma de cubo cuyos lados miden algo más que un centímetro. Este trozo contiene 30.000.000.000.000.000.000.000 de átomos de plomo. Esos átomos no están pegados unos a otros como los cristales de un terrón de azúcar, sino que se encuentran a una cierta distancia.

A temperaturas moderadas cada átomo tiene su puesto fijo, aunque no esté completamente quieto. Están vibrando rápidamente hacia adelante y hacia atrás.

¿Cuál es la diferencia que hay entre un trozo de plomo que ha estado sumergido en agua helada y un trozo semejante que haya estado metido en agua hirviendo?

Con la vista no podemos percibir diferencia alguna, pero si los tocamos encontraremos que uno está frío y el otro caliente. ¿Por qué uno está caliente y el otro frío? Por el movimiento de los átomos. Cuando calentamos el plomo, sus átomos, que están moviéndose constantemente, se ponen a hacerlo con más rapidez y más enérgicamente. Cuanto más lo calentamos, más enérgicamente vibran sus átomos.

Como bien sabes, cuando se calienta mucho, el plomo se funde. Ahora puedes comprender fácilmente cómo se produce ese fenómeno. El movimiento de los átomos se

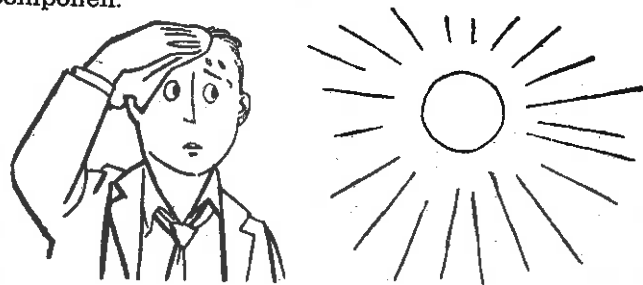
hace tan violento con el calor que ya no permanecen vibrando en sus sitios respectivos, sino que se trasladan en todas direcciones. (Esto es lo que sucede con los líquidos y los gases. En los flúidos los átomos o las moléculas se mueven en todas



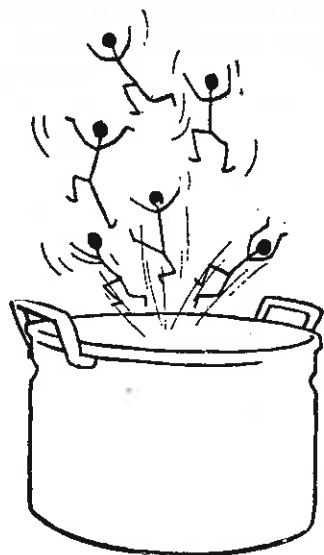
direcciones como las hormigas en un hormiguero). Si continuamos aumentando el calor, el plomo líquido comienza a hervir y a soltar vapor de plomo, del mismo modo que el agua hirviendo emite vapor de agua. ¿Y qué hacen entonces los átomos? También esto se entiende fácilmente. Cuando el líquido hierve, los átomos empiezan a moverse tan rápidamente que muchos de ellos saltan fuera del líquido, al aire, como esos insectos con alas que van caminando por el suelo y de repente se lanzan a volar. La evaporación de un líquido en ebullición consiste simplemente en que los átomos adquieren tal velocidad que se escapan del líquido y penetran en el aire, exactamente igual que los átomos o moléculas de un gas.

Si enfriamos cualquier sustancia, la velocidad de los átomos se hace cada vez más lenta, hasta llegar a la inmovilidad total a la temperatura de  $-273$  grados centígrados, que es el cero absoluto de temperatura.

El que un objeto cualquiera esté frío o caliente depende de la velocidad a la que se muevan los átomos y moléculas que lo componen.

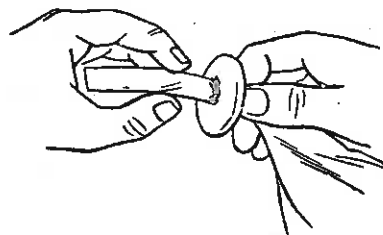


*¡Uf!.. ¡Las moléculas se están moviendo muy rápidamente hoy!*



## 75. Pañuelos a prueba de fuego

Necesitarás: un pañuelo, una moneda de peseta, un cigarrillo encendido.

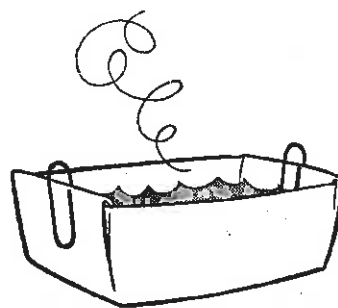


Coge una moneda de peseta y envuélvela con tu pañuelo de manera que quede la tela completamente tirante. ¿Qué ocurrirá si apoyas un cigarrillo encendido contra la tela que rodea la moneda? ¿Quieres saberlo? Vamos, inténtalo.

«Bueno, pero no quiero arriesgarme a estropear el pañuelo», dirás. Puedes hacerlo tranquilamente y con toda seguridad. No le ocurrirá nada. Si no estuviera la moneda, se haría un agujero inmediatamente (compruébalo con un trapo viejo), pero con la peseta u otra moneda cualquiera en el interior, no sucede así, porque el metal conduce el calor. El calor producido por el extremo encendido del cigarrillo se lo lleva la moneda y así no se produce ni la más ligera marca en el pañuelo.

## 76. Hervir agua en una... vasija de papel

Necesitarás: una hoja de papel duro, cuatro clips, agua, una llama.



¿Crees que no es posible hervir agua en un recipiente de papel colocado encima de una llama? ¿Piensas que el papel comenzará a arder? Veamos...

Lo más convincente es lo que se comprueba experimentalmente. Con el papel duro haz un recipiente semejante al del dibujo. Sujeta los extremos con los clips.

Llévalo de agua y ponlo encima de la cocina. Ten cuidado de

que el fuego no alcance el papel que está por encima del nivel del agua ni las esquinas de la vasija.

Pasado un rato, el agua comienza a hervir, sin que el papel se quemé. El líquido absorbe el calor que la llama produce. De este modo el papel nunca llega a tener una temperatura superior a los 100 grados, que es la que necesita el agua para hervir, pero que es muy inferior a la que necesita el papel para quemarse.

Si en alguna ocasión, haciendo camping, se te estropea el recipiente donde hierves el agua, puedes utilizar este sistema. ¿Quién se imagina que así se puede preparar una sopa?

### 77. El agua fría pesa más que el agua caliente

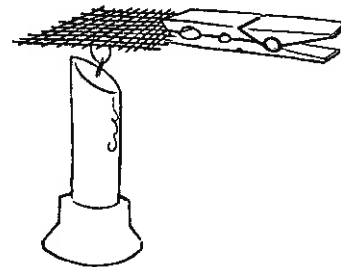
Necesitarás: dos botellas de leche, agua caliente, agua fría, tinta, un trozo de papel encerado o cartulina.

Pon un poco de tinta roja o azul en el interior de una botella y a continuación llénala hasta arriba con agua caliente. Llena la otra botella con agua fría, y tápala colocándole encima el papel encerado o la cartulina. Sujétala bien, dale la vuelta teniendo cuidado de que no se salga el agua y colócala suavemente encima de la otra botella. Retira lentamente la cartulina y verás cómo el agua caliente y coloreada se introduce rápidamente como la trompa de un elefante, en la botella de agua fría. Esto sucede porque el agua caliente es más ligera: su peso específico es menor que el del agua fría.



### 78. Una llama que hay que encender dos veces

Necesitarás: una rejilla metálica, una vela, cerillas.

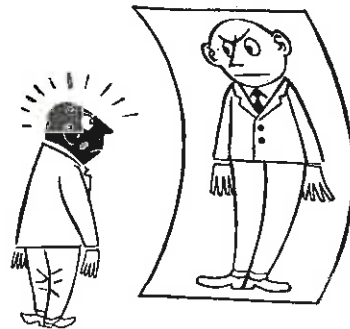


Enciende la vela y sitúa la rejilla encima de la llama. Como se calentará rápidamente, será una buena idea que la sujetes con unas pinzas. La llama no arderá por encima de la rejilla, porque el metal de que está formada conduce el calor y los gases y las partículas que están encima no lo reciben... A menos que enciendas una cerilla en esa parte superior. Entonces la llama arderá en ambos lados de la rejilla.

(Si puedes utilizar una que sea de cobre resultará mucho mejor).

### 79. Cómo sentir el calor de tu propia cabeza

Necesitarás: un espejo, tu cabeza.



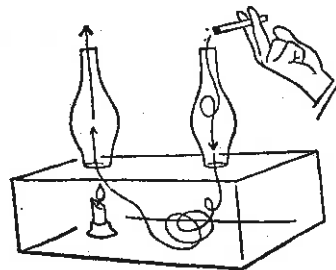
El calor se transmite por conducción. Si pones el extremo de un hilo de cobre al fuego, el otro extremo se calentará por conducción tanto que podrás quemarte. El calor también se transmite por radiación. Por ejemplo el calor que nos llega del sol es calor radiado. Una bombilla encendida también irradia calor. Si colocas la mano cerca de una de ellas y la enciendes, notarás que el cristal todavía está frío, pero un poco después, sentirás el calor que procede del filamento.

Tu cuerpo también irradia calor. Lo vas a percibir tú mismo. En una habitación que esté fresca, ponte delante de alguna superficie que sea capaz de reflejar el calor (el faro de un coche, la pantalla de un radiador eléctrico, un espejo de afeitado o un espejo cóncavo). Pon la mano o la cabeza enfrente y suficientemente cerca. Pronto sentirás el calor que irradia tu cuerpo.

### 80. El enigma del humo que se hunde

Necesitarás: una caja de zapatos, una vela, dos cristales de lámpara de gas o de quinqué, un cigarrillo.

Quizá no te resulte fácil encontrar cristales de lámparas de gas. Pueden servirte, en su lugar, dos cilindros metálicos, por ejemplo botes de conserva o de polvos de talco a los que se les haya retirado la tapa y el fondo. Pero el experimento es más llamativo con los cristales de lámparas de gas o de quinqués.

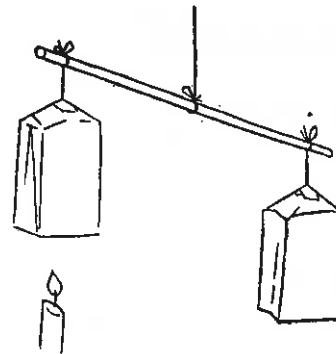


En la base de una caja de zapatos haz dos agujeros que sean más pequeños que las bases de los cristales o las latas. Coloca la vela y los dos cristales como ves en el dibujo. Enciende la vela. Ten cuidado de que no arda la caja de zapatos. Después, coloca un cigarrillo sobre el cristal de la derecha y verás que el humo se desliza hacia el interior y sale por el otro lado, como en una chimenea. ¿Por qué?

El aire caliente es más ligero que el aire frío y por eso tiende a elevarse. Resulta entonces que el aire situado encima de la vela se calienta y sube hacia el exterior por el tubo de la izquierda. El aire del exterior entra a sustituirlo por el otro cristal y la fuerza de succión es tan grande que arrastra el humo del cigarrillo.

### 81. Una balanza para pesar el aire

Necesitarás: una vela, un palo, un trozo de cuerda, dos bolsas de papel, cinta adhesiva.



Con una balanza como la que hay en el dibujo puedes demostrar claramente que el aire caliente pesa menos que el aire frío. Cuelga un palo de una cuerda. En cada extremo del palo, coloca las bolsas sujetándolas a su vez con las cuerdas y la cinta adhesiva. La boca de las bolsas deberá estar situada hacia abajo. Busca el punto de equilibrio, moviendo a un

lado o a otro las bolsas hasta que el palo esté horizontal. Sujeta después una de las bolsas y, al mismo tiempo, colócale debajo una vela encendida. Ten cuidado de no incendiarla. Espera que pase un momento, retira la vela, suelta la bolsa e inmediatamente comenzará a elevarse. El aire caliente que hay dentro de ella es más ligero que el aire frío que hay en la otra.

Los experimentos 15 y 16 se basan en la diferencia de densidad entre el aire caliente y el frío.

## Experimentos con el agua

### 82. El ballet de las bolas de alcanfor

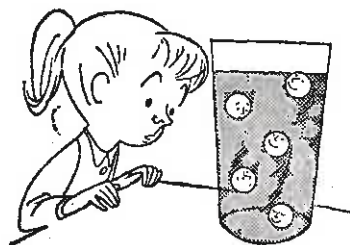
Necesitarás: un vaso o un bote de cristal, unas cuantas bolas de alcanfor, un poco de bicarbonato.

Si yo fuera una polilla estaría encantado si sólo se usaran las bolas de alcanfor de la manera que vamos a ver. Y escribiría artículos llenos de entusiasmo sobre este experimento en todas las revistas y libros juveniles.

Llena un vaso o un bote de cristal con agua y échale unas cuantas cucharadas de vinagre y un par de cucharadas pequeñas de bicarbonato. Agítalo suavemente, porque si no se formaría mucha espuma.

Introduce en el líquido unas cuantas bolas de alcanfor. Al principio se hundirán, pero después de un rato comenzarán a elevarse una tras otra hasta la superficie del agua, volviendo a hundirse a continuación. Y así una y otra vez. Salen a la superficie y se dirigen hacia el fondo repetidamente. Todas las bolas danzan lentamente hacia arriba y hacia abajo, en una especie de ballet de alcanfor.

¿Por qué pasa esto? Observa cuidadosamente las bolas en su movimiento. Una de ellas se hunde y se comienzan a pe-



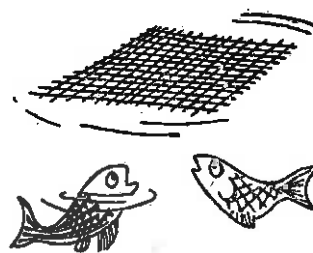
gar en su superficie minúsculas burbujas de dióxido de carbono (es el mismo gas que tienen los sifones y las gaseosas). Como si fueran pequeños flotadores, elevan las bolas hacia la superficie, pero cuando llegan allá muchas de las burbujas se escapan por el aire, las bolas ya no pueden mantenerse a flote y se hunden lentamente. Al tocar fondo se les adhieren nuevas burbujas que las elevan otra vez y así sucesivamente.

Las burbujas de dióxido de carbono proceden del bicarbonato, no del alcanfor. Si las bolas son demasiado lisas las burbujas no se podrán adherir. Por tanto es preferible que les hagas algunas marcas con cualquier objeto.

Las bolas seguirán su movimiento durante horas... y quién sabe, a lo mejor hasta las mismas polillas se acercan a contemplar este ballet.

### 83. El hierro flota en el agua

Necesitarás: una vasija con agua, una aguja, una hoja de afeitar, una rejilla de metal.



A pesar de que el hierro es ocho veces más denso que el agua es posible hacer que flote en ella. Deposita cuidadosamente una rejilla de metal, una hoja de afeitar y una aguja sobre una superficie de agua que esté quieta, y verás cómo flotan. Pero si tocas esa superficie con un trozo de jabón, se hundirán.

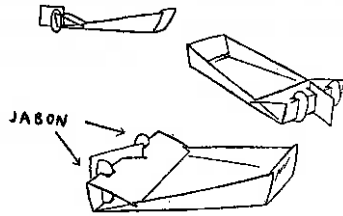
Quizás hayas visto en ocasiones «zapateros» u otros insectos paseando por encima del agua. No se hunden, como tampoco la rejilla y los otros objetos que hemos visto. Esto se debe a la tensión en la superficie del agua. Es bastante difícil de explicar qué es exactamente y cómo se produce la tensión superficial, pero en la práctica viene a ser esto: la superficie del agua se parece mucho a un tejido elástico.



### 84. Cómo se construye un barco propulsado por jabón

Necesitarás: un trozo de cartulina, unos trozos de jabón, un recipiente con agua.

Un trozo de jabón que funciona de motor: ¿Cómo es posible? Por la tensión superficial del agua. Haz un barco con la cartulina. Dale un corte en la popa y pon un poco de jabón en él. Mete el barco en un recipiente con agua limpia o en una bañera y avanzará por sí solo. Si le pegas un timón con un clip, el barco navegará en círculo.

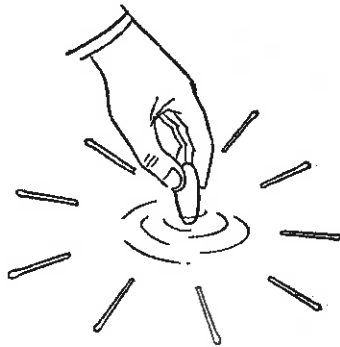


El jabón reduce la tensión superficial detrás del barco y como consecuencia es empujado hacia delante. Pero no puede navegar durante mucho tiempo porque el jabón se disuelve y la tensión se reduce en toda la superficie. Lo único que puedes hacer es renovar el agua. Cuanto más amplia sea la superficie del agua, más tiempo seguirá moviéndose. En un estanque es posible que funcione durante una hora.

### 85. Jabón «repelente» y azúcar «atractiva»

Necesitarás: unas cuantas cerillas, un trozo de jabón, un recipiente con agua, un terrón de azúcar.

Coloca las cerillas sobre el agua formando un círculo y toca el agua que hay en el centro del mismo con un trozo de jabón. Las cerillas se alejan de dicho centro y se dirigen hacia los bordes. Sin embargo, si metes un terrón de azúcar en el mismo sitio de antes las cerillas serán atraídas hacia allí. Evidentemente, encuentran el azúcar muy atractiva. Como el azúcar



absorbe agua, se forma una pequeña corriente hacia el centro y las cerillas se dirigen hacia él. Por otra parte, el jabón se comporta igual que en el experimento anterior, y las cerillas acaban reaccionando como los muchachos: el azúcar les atrae, pero el jabón les repele.

### 86. Y bailaron un vals en el agua

Necesitarás: varios tapones de corcho, dos agujas largas, un poco de papel, un trozo de alcanfor, un recipiente de agua.



«Y bailaron en el agua»... ¿No parece el título de una historia? Imagínate que te contaron el cuento y que te lo has creído. Eso no impide comprobarlo con la experiencia. Forma una cruz con las dos agujas, un corcho redondo grande en el medio y cuatro tapones de corcho en los extremos, exactamente igual que en el dibujo. Pega una pareja bailando

hecha de papel en la parte central. Es importante que el tamaño de todo esto sea pequeño. La cruz no deberá tener de 6 centímetros de ancho. Por último, pega un poco de alcanfor con goma resistente al agua, en la parte central de cada uno de los pequeños trozos de corcho. Pon la cruz en el agua, y, si todo va bien, darán unas pocas vueltas y la pareja bailará en pequeño tiempo.

Pero... esto sucede únicamente si se hace correctamente. ¿Qué quiere decir esto? El experimento sale bien si las cerillas tienen grasa en sus extremos. Si no, fracasará al hacer la cruz. Las cerillas deben estar lavadas, y también los corchos. Si quieres estar seguro, lo mejor es

9  
la se agua  
de la s cómo  
El s jarse la  
dos los vacar  
pacios vacar  
sodio. (en la farmacia y  
llamarlos, en los la superfi-  
man la sal. rás hacer lo que

caliente y sosa. Si no hay nada de grasa la danza puede continuar ininterrumpidamente día tras día.

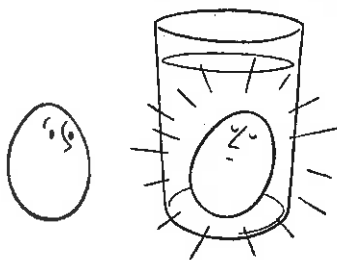
### 87. De huevo corriente a huevo de plata

Necesitarás: un huevo de gallina, un tarro de cristal lleno de agua, una vela.

Ennegrece el huevo de una gallina poniéndolo encima de una vela. Se cubrirá de hollín. A continuación sumérgelo en el tarro lleno de agua. Tan pronto como penetre en el líquido adquirirá un brillo metálico, como si realmente fuera de plata.

Si colocas una cucharilla de plata encima de una vela encendida se ennegrecerá, pero tan pronto como esté dentro del agua volverá a relucir todo el metal.

Todos los objetos ennegrecidos con hollín, cuando se les sumerge en el agua, adquieren un brillo metálico, como si fueran de metal noble.

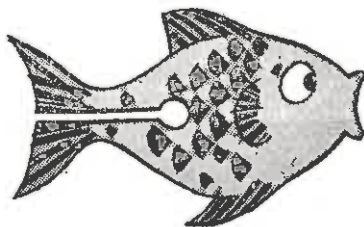


### 88. Una gota de aceite impulsa a un pez

Necesitarás: un recipiente con agua, un trozo de papel, unas tijeras, una gota de aceite.

El grabado muestra un pez dibujado en papel. En el medio tiene un orificio circular conectado con la cola por un canal.

Coloca el pez en el agua. La parte de abajo se humedece pero la de arriba deberá permanecer completamente seca. Después, con mucho cuidado, deja caer una gota de aceite en el orificio. El pez se pondrá en movimiento. ¿Cómo ocurre esto?

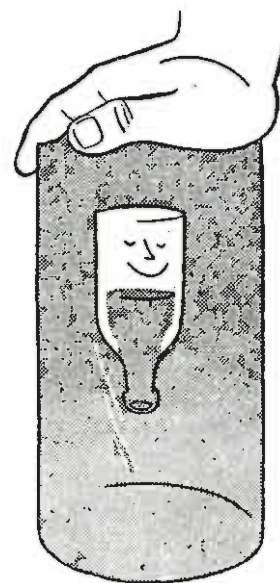


El aceite intenta extenderse por la superficie del agua. Siempre ocurre esto. Es sorprendente ver la cantidad de espacio sobre el que puede extenderse una sola gota de este líquido. (Con buen tiempo, puedes intentar este experimento en un estanque). La gota que tú has echado sólo puede esparcirse a lo largo del canal y hacia atrás. Como reacción, se produce una fuerza hacia delante —lo mismo que en un avión o en un cohete— y el pez se pone en movimiento.

Este fenómeno puede producirse porque el aceite es menos denso que el agua y flota en ella.

### 89. Cómo se hace un submarinista Cartesiano

Necesitarás: un tarro de cristal estrecho y alargado, una botella pequeña, la mano.



El submarinista Cartesiano, descubierto por el gran filósofo Descartes, fue hace muchos años un juguete preferido de los niños. A menudo se le daba la forma de un pez monstruoso o de un demonio, pero actualmente, en la época del plástico y de los platillos volantes, no está de moda.

Puedes construirlo fácilmente. Llena un tarro con agua hasta el borde. Mete dentro una botellita invertida dejando que entre únicamente la cantidad de líquido necesario para que flote. Tienes que estar seguro de que el tarro grande está lleno de agua hasta el mismo borde. Coloca la palma de la mano encima de la boca del tarro, de tal manera

que quede completamente cerrado, y, a continuación, presiona hacia dentro. El frasco pequeño se hunde. Si reduces la presión de la mano, asciende; si vuelves a presionar, se hunde de nuevo. El submarino obedece las órdenes de tu mano.

¿Cómo es posible? El aire se comprime fácilmente, pero no el agua.

Cuando aprietas con la mano se comprime el aire que hay dentro de la botella pequeña y el agua llena parte del volumen que ocupaba. Como la cantidad de agua aumenta, la botella pequeña no puede flotar y se hunde. Si dejas de apretar, se reduce la presión, el aire adquiere su volumen anterior, sale el agua que había entrado y el frasco vuelve a elevarse.

En caso de que la boca del tarro sea más ancha que tu mano, cúbrela completamente con plástico y átales una cuerda alrededor. Si esa tapadera no deja pasar el aire, presionando sobre ella con la mano, el submarino realizará también sus movimientos.

### 90. ¿A dónde va la sal?

Necesitarás: un vaso lleno de agua, un salero lleno de sal, un trozo de hilo metálico.

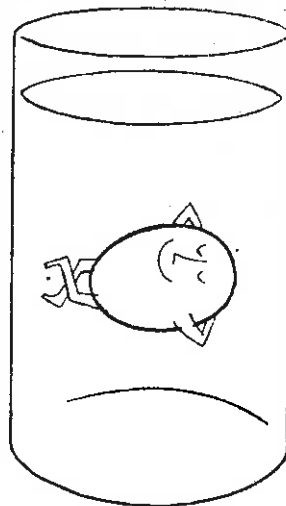
Llena el vaso con agua hasta el mismo borde, teniendo cuidado de que no rebose. ¿Crees que podrás echar dentro una cucharada de sal sin que el agua se salga? No, probablemente no te lo creerás hasta que lo compruebes. Es la historia de siempre. Ve echando la sal al agua lentamente hasta completar una cucharada, al mismo tiempo que la agitas con el alambre. El volumen del agua aumenta un poco, pero no tanto como era de esperar por la cantidad de sal que has vertido. Lo más probable es que puedas echar todo el contenido del salero en el agua sin que ésta se derrame.

Realmente esto es algo extraño. El volumen del agua con la sal disuelta es menor que el volumen del agua y el volumen de la sal sumados separadamente. ¿Dónde se mete la sal?

El agua está formada por moléculas que —como en todos los líquidos— están en continuo movimiento y dejan espacios vacíos entre sí. Ese espacio lo ocupan los átomos de sodio (en una solución a los átomos del sólido hay que llamarlos, en realidad, iones) y los iones de cloruro que forman la sal.

### 91. Un huevo suspendido en el agua

Necesitarás: un tarro grande de cristal, agua, un huevo, sal.



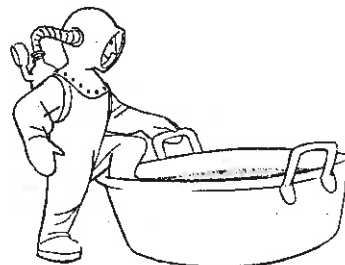
Suspender algo en el agua es bastante difícil. Solamente ocurre cuando el objeto pesa exactamente igual que el volumen de agua que ocupa. Para dejar un huevo en suspensión en el agua vamos a utilizar un truco. El agua salada pesa más que el agua dulce; decimos, por tanto, que tiene un peso específico mayor. Por esta razón, un huevo flota en agua muy salada y se hunde en agua dulce. Nos aprovecharemos de esto.

Llena hasta la mitad el frasco con agua en la que previamente hayas disuelto una buena cantidad de sal.

Si hay suficiente sal el huevo flotará totalmente. A continuación, con cuidado, ve echando agua dulce en el tarro hasta llenarlo casi por completo. Se formará como una frontera entre los dos tipos de agua, casi imperceptible a la vista. Y el huevo, que se hunde en el líquido de la parte superior, flotará en la parte de abajo: el huevo quedará en suspensión.

### 92. Mete la mano en el agua sin mojarte

Necesitarás: un recipiente con agua, polvos de lycopodium, una moneda.



Arroja una moneda en el agua y pregúntale a tus amigos cómo se puede sacar sin mojarse la mano. No se pueden usar guantes de goma. Si compras polvos de lycopodium en la farmacia y espolvoreas con ellos la superficie del agua, podrás hacer lo que



parece imposible: meter la mano en el agua y sacar la moneda sin mojarte. Tus amigos se sorprenderán al comprobar que la mano está completamente seca.

¿Cuál es la explicación? Cuando la metes en el agua, la mano queda cubierta con los polvos, que tienen la extraordinaria propiedad de no mojarse... Esto mismo ocurre con otras cosas, por ejemplo, con las plumas de los patos, que están completamente secas aunque estén sumergidas en el agua. El polvo de lycopodium recubre la mano como un guante que repele el agua, es decir, un guante impermeable. Por esta razón la mano no se moja. Si no encuentras esos polvos, los de talco te valdrán igual.

### 93. Dale la vuelta a un vaso de agua sin derramarla

Necesitarás: un vaso de agua, una persona atrevida.

Muchos de vosotros habréis visto en la playa cómo se le pueden dar vueltas y vueltas a un cubo lleno de agua sin que se salga el líquido. Eso ocurre porque la fuerza de la gravedad queda equilibrada con la llamada fuerza centrífuga, y de esa manera impide que el agua se derrame. El juego es mucho más espectacular si se hace con un vaso en vez de con un cubo. No es tan fácil darle vueltas al vaso sin verter el agua. Hay que sujetarlo de la manera apropiada. Cógelo de la forma habitual pero con la palma en sentido contrario. A continuación, mueve el brazo hacia arriba y hacia la derecha. Procura que el movimiento sea uniforme, ni demasiado rápido ni demasiado lento. Es conveniente que la primera vez lo hagas en la calle o en el cuarto de baño.



## Experimentos eléctricos



El hombre dio un salto como si hubiera recibido una descarga eléctrica y preguntó «¿Qué es la electricidad?». «Te lo diré», le respondió el otro sentándose detrás de su máquina de escribir. Nuestros cuerpos, las plantas y los animales, la tierra y todo lo que nos rodea, todo está formado por innumerables átomos. ¿Cómo podemos representarlos? Cada átomo es como un sistema solar en miniatura, porque así como la Tierra y los otros planetas dan vueltas alrededor del sol, en los átomos los electrones giran alrededor del núcleo.

Por tanto, el átomo es como un sistema planetario en miniatura, no de más de 9.000 millones de kilómetros como el sistema solar, sino con la 10 millonésima parte de un centímetro de longitud. Nosotros mismos estamos formados por innumerables cantidades de esos sistemas. Sólo el extremo de tu nariz contiene miles de millones de átomos.

¿No es maravilloso pensar que nosotros mismos formamos un minúsculo universo? Que las venas más pequeñas,



los cabellos más delgados, los corpúsculos de la sangre están formados por millones de sistemas solares mínimos, en los cuales los electrones están girando a gran velocidad alrededor del núcleo... Que somos un mecanismo hecho de ruedas minúsculas, de comportamiento imprevisible, y que su tamaño es tan insignificante que, en conjunto, ocupan sólo una mil millonésima parte de nuestro organismo y que estamos prácticamente igual de vacíos que nuestro sistema solar con los gigantescos espacios en los que los planetas giran alrededor del sol. Es sorprendente, pero verdadero...

La partícula más pequeña de un cuerpo recibe el nombre de electrón, que es el nombre que los griegos daban al ámbar. La razón está en que los griegos descubrieron que el ámbar tenía una fuerza natural que más tarde se convertiría en la energía más importante para el mundo industrial: la electricidad. Y entre la electricidad y los electrones existen los lazos más estrechos.

Para los antiguos griegos un trozo de ámbar constituía un objeto curioso y misterioso. Si lo frotaban con un paño de lana y lo aproximaban a unos trozos de hojas secas, éstas daban un salto y se pegaban al ámbar.

Yo hago lo mismo, en este momento. En vez de hacerlo con el ámbar, froto la pluma estilográfica contra el jersey. Como los escritores disponemos de papel en abundancia, rompo una hoja y he aquí que los trozos empiezan a pegarse a la pluma como minúsculas mariposas atraídas por una fuerza misteriosa. A esta fuerza se le llama electricidad, y es capaz de sujetar esos trozos de papel sin dejarles la más mínima marca. Quizás un rastro minúsculo... Sí, quién sabe, quizás un mensaje del mundo de lo infinitamente pequeño: porque los electrones pueden dejar huellas microscópicas.

¿Quién me dio la idea de coger el microscopio, colocar una hoja de papel bajo el objetivo, ponerme a mirar y ajustar el foco? No lo sé. Pero ahí puedo percibir unas huellas misteriosas de líneas muy finas y casi imperceptibles: la escritura de los electrones. Es legible y leo...



*¿Puedo presentarme? Me llamo Electrón y soy representante de la Unión Universal Eléctrica. Mi firma proporciona calor, luz y electricidad en cantidad ilimitada. No es mi intención venderle nada o presentarle una oferta especial. Por el contrario, mis directores me han encargado la importante tarea de mostrarle nuestros métodos de trabajo.*

*Nosotros, los Electrones, empleados al servicio de la Unión Universal Eléctrica, somos los campeones del mundo de los pesos ligerísimos. Según el sistema de medidas que Vds. usan, 10.000.000.000.000.000.000.000 de nosotros pesamos únicamente un miligramo. Somos los seres más insignificantes del universo y por eso somos tan modestos. Sin embargo, unidos, formamos el motor de la vida. Si nos declaráramos en huelga, las estrellas no emitirían su luz y el universo entero se quedaría frío y sin movimiento, como sin vida. En la tierra tenemos menos importancia que los esclavos y más que los reyes, al mismo tiempo, porque separados no somos nada, pero unidos lo somos todo. Por tanto, recordad nuestra consigna: ¡cooperación!*

*Los electrones, que vivimos en el átomo, somos los soportes de la electricidad negativa. Sin embargo, también hay una electricidad positiva, que reside en el núcleo. Nosotros tenemos carga negativa y el núcleo la tiene positiva; y lo normal es que la cantidad de ambas clases sea igual. El resultado del equilibrio*

*de estas cargas contrarias es que el átomo es neutro.*

*Si esta situación se altera (por ejemplo, cuando a cualquier pelmazo se le ocurre frotar la pluma contra el jersey) se produce una huida de electrones. Nos escapamos de los átomos de la lana y nos vamos a la pluma, con lo cual los átomos de ésta ya no son neutros. El lugar que abandonamos queda también desequilibrado y sus átomos se vuelven positivos. En el nuevo sitio en donde nos establecemos hay una superabundancia de electrones y, por tanto, los átomos son negativos. Si tenemos ocasión de volver, entonces escapamos rápidamente de donde hay superabundancia de electrones a donde hay escasez. ¡Esa corriente que formamos los electrones es la corriente eléctrica!*

*Por nuestro gusto viajamos mejor por caminos de hilo de cobre que nos ofrecen menos resistencia y que son buenos conductores. No nos gustan los materiales como el cristal y la porcelana porque nos presentan fuerte resistencia y no podemos avanzar a través de ellos. Estos materiales nos aíslan de los lugares a los cuales queremos llegar; se les llama aislantes. Pero a veces, para vencer esa resistencia, nos colocamos unos detrás de otros en gran número y, como estamos muy apretados, podemos crear una fuerza suficiente para abrirnos camino, produciendo un gran ruido. Y lo hacemos con tal entusiasmo que a veces producimos rayos y truenos.*

*Normalmente preferimos pasear tranquilamente por los hilos de cobre que se preparan especialmente para nosotros. En general, comenzamos la jornada en un gigantesco carrete de hilo de cobre aislado que rodea los polos de un inmenso electroimán. En él, otros electrones inducen una*

juerza que se llama magnética. Esta fuerza magnética es nuestra y la Unión Universal Eléctrica posee también el monopolio de ella.

Tan pronto como abandonamos el rollo con el imán (la dinamo) nos ponemos a correr por el cable de cobre. En el camino nos encontramos con un filamento hecho de tungsteno que está dentro de una campana de cristal sin nada de aire. Presionamos muy fuerte para abrirnos camino, y chocamos entre nosotros tantas veces en el filamento, que se pone al rojo vivo. Algunos de nuestros compañeros electrones empiezan a dar saltos y, como resultado, la bombilla da luz. A veces, sólo calentamos el filamento, como ocurre por ejemplo en las cocinas eléctricas y en las planchas. Como ya he dicho, la U.U.E. trabaja con la luz y con la electricidad. Extraemos nuestra fuerza de un carrete de hilo de cobre y somos capaces de realizar todo tipo de trabajos: cuando funcionan los motores, los telégrafos, los teléfonos, las radios..., funcionan porque nosotros los electrones nos ponemos en movimiento.

Buen, tengo limitado el tiempo y el espacio. Pero me gustaría contarles tantas otras cosas... Lo que sentimos cuando nos metemos en los cables, resistencias y condensadores que se llaman radios; cómo producimos la luz de las bombillas o de los tubos de neón con nuestros saltos (la luz se produce por los saltos que damos para aproximarnos al núcleo del átomo); que todas las actividades químicas, y también las fotográficas se deben a nosotros; cómo, por medio de las células fotoeléctricas, hacemos de detectives y medimos la luz de las distintas estrellas. También les contaría que nosotros, mediante la radio, podemos salvar las vidas de los hombres, atravesar los océanos, guiar los aviones y proporcionar ocio y descanso a cientos de millones de personas; que podemos transmitir imágenes en la televisión, y que los productos más sorprendentes de la tecnología, desde la radio de válvulas hasta el microscopio electrónico, son asunto nuestro. Pero, como ya os he dicho, tengo tiempo y espacio limitados. Para terminar, dejadme decirlos que todavía tenemos muchos más proyectos para la humanidad. Aún más, esperamos que no nos uséis estúpidamente para la cosa más insensata y terrible que los hombres pueden hacer: la guerra. Si aprendéis a cooperar tal y como hacemos nosotros, teniendo en cuenta el bienestar de los demás, quizás llegue el día en que no tengamos que firmar como

*Tu humilde servidor y tu poderoso dominador.*

Atentamente,  
ELECTRON.

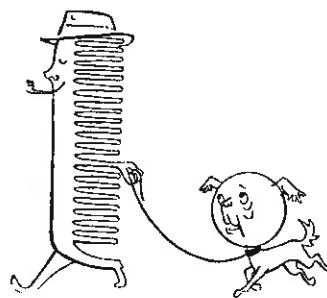
Parpadeo porque me he debido quedar dormido y he estado soñando con un jersey y una pluma estilográfica; pero no lo recuerdo bien. ¿Qué ocurrió realmente? Los sueños siempre son fantasías —¿o no lo son?—.

Pero, lo que es peor, me dormí y perdí el tiempo. Y yo que intentaba entregar pronto el manuscrito... Cuando miré la máquina de escribir volví a parpadear. Porque, sabes, no creo en los cuentos de hadas, pero sí en los electrones y por tanto...

No debo alargar este asunto. Os paso la carta de Electrón tal y como llegó hasta mí, mecanografiada por una mano misteriosa; y ahora te presento algunos experimentos con electrones que podrás hacer tú mismo.

## 94. El peine y la pelota de ping-pong

Necesitarás: un peine, una pelota de ping-pong, un trapo de lana.



Para que estos experimentos con la electricidad estática den resultado, es necesario que el tiempo sea seco. Con esto quiero decir que la atmósfera no esté demasiado húmeda. Estos experimentos resultan mejor en el invierno, con tiempo frío y despejado y un buen fuego de chimenea.

Frota el peine con fuerza contra el trapo de lana y se cargará de electricidad. Después, acércalo a una pelota de ping-pong que esté sobre una mesa. El peine la atraerá y la pelota se dirigirá hacia él. Si mueves el peine en cualquier dirección, también lo seguirá. Tan fielmente como un perro.

## 95. El peine y el surtidor de agua

Necesitarás: un peine, un grifo, un trapo de lana.

Abre ligeramente el grifo para que salga un chorrillo fino de agua. Carga el peine con electricidad frotándolo con un trapo de lana y aproxímalo al chorro de agua. Verás entonces cómo el hilo de agua se curva hacia el peine, atraído por la fuerza misteriosa que llamamos electricidad. En vez de un peine puedes utilizar también en todos estos experimentos una pluma estilográfica o una varilla de ebonita.

## 96. Primero atracción; luego rechazo

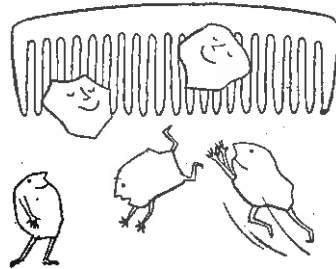
Necesitarás: un peine, un trapo de lana, unos trocitos de papel, un corcho seco, unas tijeras.

Corta con unas tijeras unas virutas del corcho y aproxima un peine cargado de electricidad a uno de los montones que hayas formado. El peine es tan «atractivo» que los trocitos de corcho se pegarán a él. Pero esto no dura mucho tiempo, porque al cabo de un rato, las virutas comienzan a desprenderse. ¿Por qué?

El peine cargado negativamente atrae a las virutas, que son neutras, pero tan pronto como reciben electrones del peine se cargan también negativamente.

De la misma manera que ocurre con dos polos magnéticos de igual signo, las partículas cargadas con electricidad del mismo signo se rechazan mutuamente. Por esta razón, las virutas del corcho se desprenden del peine.

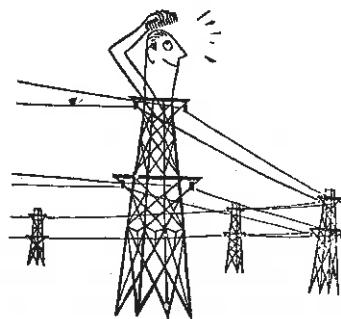
La ceniza, la piel de los cacahuetes o la pelusa se comportan igual que los trozos de papel.



## 97. Alta tensión mientras te peinas

Necesitarás: un peine, la cabeza con pelo, un grifo.

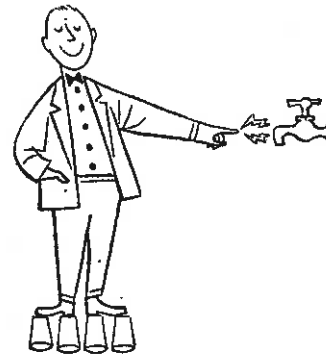
Cuando te has peinado con tiempo seco, ¿has oído alguna vez como un sonido crujiente? Esto sucede porque en ese momento generas «alta tensión». En un día de invierno que sea seco vuelve a intentar lo mismo en un lugar que esté casi completamente oscuro. Después de pasar el peine con fuerza por el cabello (c des-



pués de haber frotado el peine con un trozo de lana) aproxima uno de sus extremos a un grifo, colocándolo a menos de un centímetro de distancia. Verás cómo salta una chispa. Ten en cuenta que para producir una chispa entre una distancia que sea la décima parte de un milímetro hace falta por lo menos una tensión de 200 voltios. Calcula la tensión que has originado y saca las consecuencias.

## 98. Soportar una «alta tensión» de 10.000 voltios

Necesitarás: 4 vasos resistentes, un trozo de piel de animal con pelos, un grifo, dos personas.



En un día frío, despejado y seco, puedes transmitirle a alguien una tensión de varios miles de voltios sin correr el más mínimo peligro.

Seca los vasos en el horno o poniéndolos encima de la cocina y luego apóyalos en el suelo. Coloca a alguien de pie encima de ellos. Esta persona no debe tener contacto con nada. Frótalo varias veces en la espalda con la

piel y luego dile que acerque un dedo al grifo. Saltará una chispa.

Con esto no corre ningún peligro. La persona sentirá únicamente un ligerísimo cosquilleo, eso es todo. Y los demás no te creerán si les dices que tu ayudante ha soportado una tensión de unos 10.000 voltios aproximadamente.

## 99. Unos muñecos que bailan con la electricidad

Necesitarás: un trozo de cristal, un poco de papel fino, un trapo de franela o de seda, dos libros, unas tijeras.

Muchas veces se oye decir que alguien saltó como si hubiera recibido una descarga eléctrica. Bueno, ahora vamos a hacerlo de verdad. Recorta en un papel fino, como el de



fumar, o el de filtrar, o de un kleenex, unos cuantos muñecos. En el dibujo tienes ejemplos de un hombre y una mujer. Procura que tengan una altura de dos centímetros. Coloca después un trozo de cristal encima de dos libros que sean un poco más altos que los muñecos. Pon los muñecos debajo y frota el cristal con el trapo de franela o de seda. Los muñecos saltan electrizados. ¿Qué es lo que ocurre?



Al frotar electrizas el cristal y, consecuentemente, éste atrae a las figuras de papel. Pero cuando éstas tocan el cristal se cargan de electricidad, son repelidas y, por tanto, caen. Los muñecos pierden la carga y vuelven a ser atraídos por el cristal. Mientras continúes frotando, los muñecos seguirán levantándose y volviendo a caer.

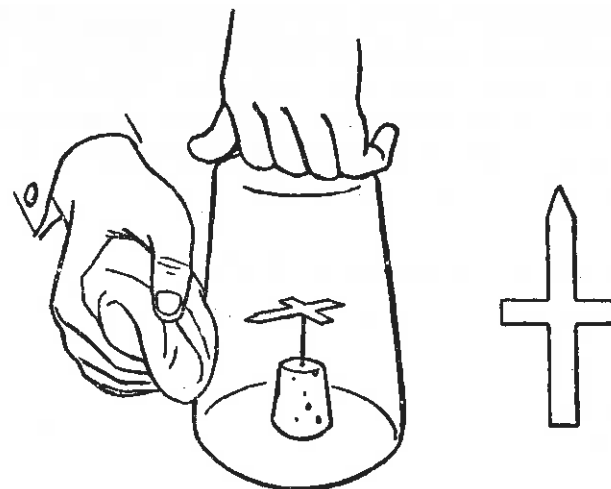
Este experimento resultará mejor si colocas debajo del cristal una placa de aluminio, para que cuando los muñecos se caigan reposen sobre el metal. Las tapas de aluminio de las cacerolas de la cocina pueden valerte.

### 100. Un tiovivo eléctrico

Necesitarás: cristal, corcho, tijeras, un trozo de papel, un trapo de lana.

Recorta en el papel una cruz puntiaguda como la que ves en el dibujo. Introduce una aguja en el corcho y en su punta pon la cruz. Coloca encima un vaso que hayas secado previamente en el horno de la cocina. Frota con el trapo una zona del cristal del vaso y verás cómo la cruz da la vuelta hasta que la parte puntiaguda se sitúa en el extremo contrario del que has frotado.

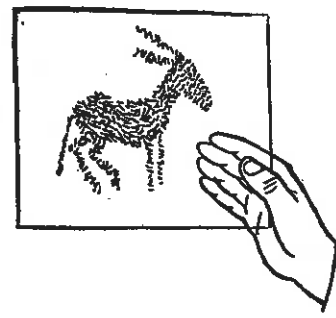
Si frota vigorosamente alrededor del vaso con el trapo, la cruz irá rotando en la misma dirección. Con un poco de habilidad, podrás colocar encima de los extremos de una cruz con todos los brazos iguales, unos caballitos de papel sujetos



con un hijo muy frío. Habrás conseguido construir un tiovivo eléctrico.

### 101. El fantasma eléctrico

Necesitarás: dos libros, un cristal, corcho, un rallador, un pincel, un poco de glicerina.



Dibuja con glicerina un muñeco o un animal en un cristal utilizando el pincel. No pintes sólo el perfil, sino también todo el interior. Enséñales a tus amigos el cristal por la parte que no ha sido pintada, a contra luz.

Apoya el cristal sobre dos libros y echa en el espacio que queda entre ellos un poco de polvo de corcho. Lo puedes obtener fácilmente raspando un corcho corriente. Después, frota el cristal con el paño. El cristal se cargará de electricidad y atraerá a los trocitos de corcho. Cuando pares de frotar, caerá en la mesa todo el polvo excepto

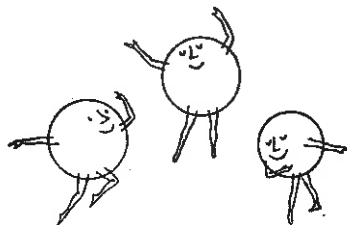


el que se ha quedado pegado a la parte del cristal pintada con glicerina. Quita de la parte no pintada las partículas que todavía no se hayan caído. Con un soplo bastará. Entonces será el momento de enseñarle a tus amigos el fantasma producido mágicamente. Si quieres puedes proyectar en la pared su sombra con una lámpara.

### 102. El baile de las pompas de jabón

Necesitarás: una pluma estilográfica, un trapo de lana, unas cuantas pompas de jabón.

Si en un día de invierno lanzas al aire unas cuantas pompas de jabón puedes intentar atraerlas aproximando a una de ellas una pluma estilográfica o un peine cargados de electricidad. Intenta que algunas pompas se posen sobre un trozo de franela, de tejido de lana o de piel de animal. Si acercas a alguna de ellas la pluma estilográfica cargada eléctricamente, la burbuja se sentirá atraída hacia ella y adoptará la forma de un huevo. La atracción puede ser tan fuerte que se levante del lugar donde reposa. Igualmente, si aproximas el peine cargado eléctricamente a las diferentes burbujas podrás hacer que bailen de un lado para otro.

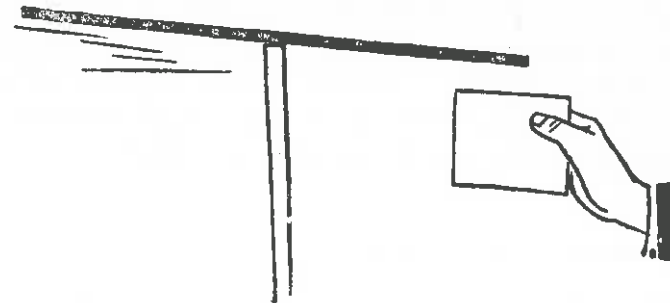


Para hacer las pompas puedes utilizar un líquido especial que existe actualmente, en lugar del agua con jabón.

### 103. La electricidad rompe el equilibrio

Necesitarás: una hoja de papel fino, un pincel.

Frota una hoja de papel fino con un cepillo o con la mano en un día seco de invierno. Se cargará de electricidad y, si lo pones contra la pared, quedará pegado a ella, porque la atracción será mutua.

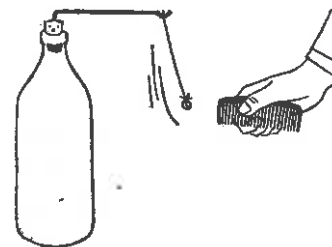


Pon un palo en el respaldo de una silla de tal manera que conserve el equilibrio. Aproxima a uno de sus extremos una hoja de papel grueso cargado de electricidad. El palo perderá el equilibrio, sin haberlo tocado, porque el papel lo atrae.

La propiedad que poseen los objetos cargados de electricidad de atraer a otros objetos se utiliza en la actualidad para evitar los daños que producen los humos de las fábricas. Por las chimeneas escapan miles de toneladas de hollín y de otras partículas a lo largo del año, contaminando el ambiente y provocando la aparición de neblinas. Además, algunos materiales valiosos se pierden con el humo. Para prevenir estos daños, cada vez hay más fábricas que instalan equipos eléctricos que retienen el hollín, el polvo y otros productos químicos. Se colocan cables y placas eléctricas en las chimeneas que detienen la salida al exterior de esos productos.

### 104. Un péndulo eléctrico

Necesitarás: una botella con tapón de corcho, un trozo de alambre, hilo de seda, un peine de bolsillo, un trapo de lana, dos bolas de médula o dos trozos de corcho.



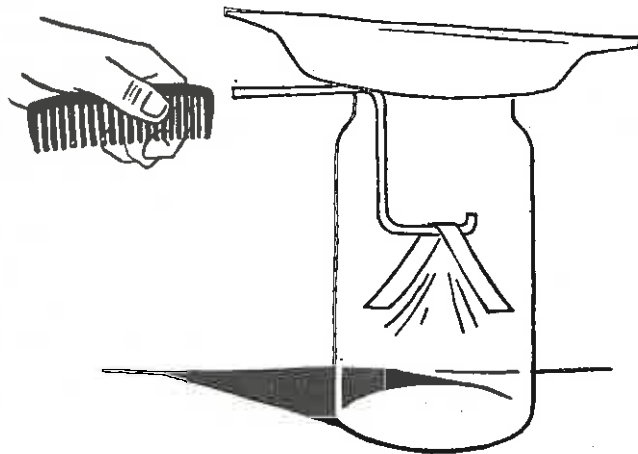
Seca la botella en la cocina, tápala, mete un alambre en el corcho y dóblalo. En el extremo del alambre ata un hilo de seda. Cuélgale al final una bola de médula o un trozo de corcho. Coloca el peine cargado de electricidad cerca de la bolsa o del corcho.

Será atraído por él, pero al cabo de un rato se soltará y empezará a balancearse.

Si cuelgas otro hilo más con su bola o corcho, al aproximar el peine ambas recibirán la misma carga eléctrica y se rechazarán mutuamente. Es un efecto sorprendente.

### 105. Fabrica un electroscopio

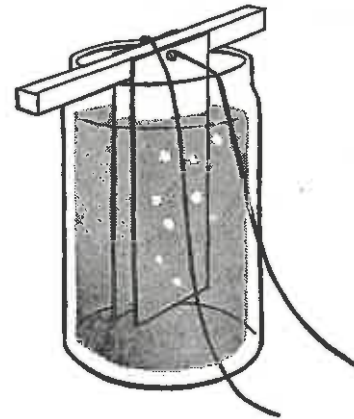
Necesitarás: un frasco de cristal, una placa de aluminio, un trozo de alambre de cobre, un trozo de hojalata.



Un electroscopio es un aparato para comprobar la existencia de cargas eléctricas. Puedes construir uno sencillo, doblando un trozo de alambre de cobre en forma de Z y colgándole en la parte horizontal inferior una tira de hojalata. La parte horizontal superior colócala en el borde del tarro. Pon encima una tapadera de aluminio o una placa de ese metal. Si aproximas un peine cargado de electricidad a la tapadera, los extremos de la tira de hojalata se repelerán siempre y cuando todo esté absolutamente seco. Cualquier objeto eléctrico que se coloque cerca del aluminio hará que esos extremos se repelan.

### 106. Cómo se construye una pila sencilla

Necesitarás: un tarro pequeño de cristal, un trozo de madera, una placa de zinc, una placa de cobre, un poco de ácido sulfúrico diluido, dos tornillos y dos trozos de alambre de cobre.



Atornilla las placas de zinc y de cobre cada una a un lado de una madera. Une un cable a la cabeza de cada tornillo, tal como figura en el dibujo. Ten cuidado de que los dos tornillos no estén en contacto. Coloca todo esto dentro de un tarro con ácido sulfúrico diluido. Puedes obtener el ácido en las droguerías, pero ten muchísimo cuidado porque es corrosivo; será preferible que lo manejes en presencia de una persona mayor. Con esto habrás

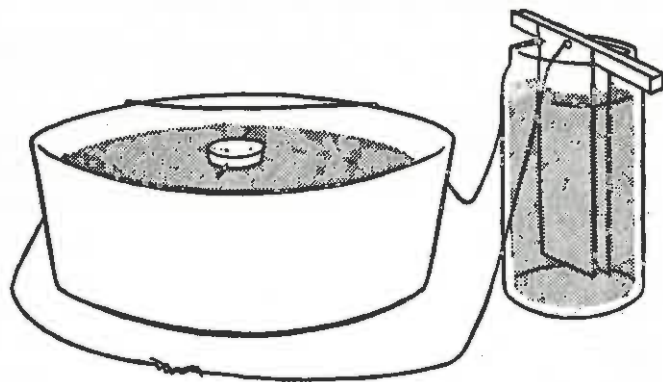
construido una pila, antepasada de las actuales. No es probable que puedas encender una bombilla con ella, pero podrás notar la electricidad que genera si tocas con la lengua los extremos de los dos cables. Sentirás un cosquilleo y un cierto sabor amargo que denotan la presencia de la corriente eléctrica.

### 107. Un descubrimiento que transformó el mundo

Necesitarás: una pila como la que has fabricado o una de linterna, un recipiente con agua, un trozo de corcho, una aguja imantada.

Te invito a realizar uno de los experimentos que más importancia han tenido en la historia de la ciencia. Esta experiencia la llevó a cabo un científico danés, Oersted, en 1820, y de ella han surgido todas las aplicaciones del electromagnetismo, desde la dinamo y el motor eléctrico hasta la telegrafía, la telefonía y toda la tecnología eléctrica moderna.

Deposita en un recipiente con agua, un trozo de corcho con una aguja imantada y deja que dé vueltas. (Lee otra vez



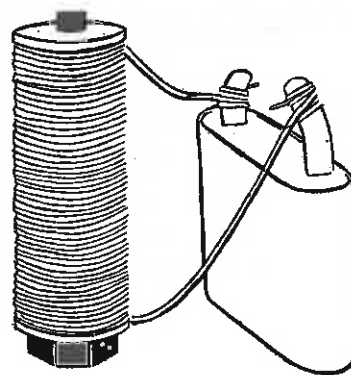
el experimento 27). La aguja señalará la dirección Norte-Sur. Pasa los cables de la pila muy cerca de la aguja y une los dos extremos. Verás cómo cambia la dirección de la aguja. También puedes utilizar una pila de linterna. En este caso, la aguja cambiará de dirección aunque los cables no pasen cerca de ella.

Con este experimento se comprueba claramente que el paso cercano de una corriente eléctrica altera la dirección de una brújula. Un cable por el que pasa una corriente eléctrica se comporta como un imán. Las aplicaciones técnicas de este simple fenómeno han modificado la vida de los hombres.

### 108. Un electroimán

Necesitarás: una pila eléctrica, unos cuantos metros de cable, un tornillo o un clavo que tenga de 8 a 11 centímetros de largo.

Hacer un electroimán es muy sencillo. Enrolla varios metros de cable de cobre aislado alrededor de un tornillo o barra de hierro. Pela los extremos del cable. Ata un extremo del cable a cada una de las tiras de metal de la pila. Acerca después el electroimán a pequeños objetos de metal (clips, clavos pequeños, etc.) y verás cómo los atrae. Si quieres hacerlo más potente, sigue enrollando el tornillo con más cable. Para evitar que se salga, pon un círculo de cartón.



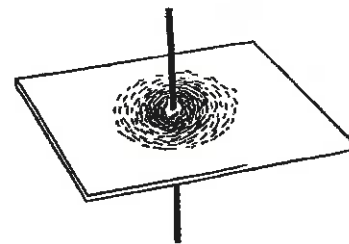
con un agujero en el medio, en cada extremo del tornillo o barra de hierro y pégalos con goma.

Todavía se puede construir uno más potente haciendo dos electroimanes con tornillos y uniéndolos después hasta conseguir un imán con forma de herradura. Ajusta los extremos de los tornillos en dos orificios de una tira de hierro. Si tienes en casa un vibrador o un timbre que esté fuera de uso puedes sacarles el electroimán que tienen.

Es bastante divertido aplicar el electroimán a una grúa de juguete y ponerle un interruptor a los cables de la batería. Cuando conectes la corriente al electroimán la grúa podrá levantar objetos bastante pesados.

### 109. El campo magnético de un conductor de electricidad

Necesitarás: una pila de linterna o la batería de un faro de bicicleta, un trozo de cartón, limaduras de hierro, un trozo de alambre de cobre.



Atraviesa el cartón con el alambre de cobre y coloca encima unas virutas de hierro. Conecta los extremos del alambre a los terminales de la pila y obtendrás las «huellas» del electromagnetismo (lee el experimento 31) o, con otras palabras, del campo magnético creado por una corriente que recorre un alambre recto. Las virutas de hierro se distribuirán en círculos.

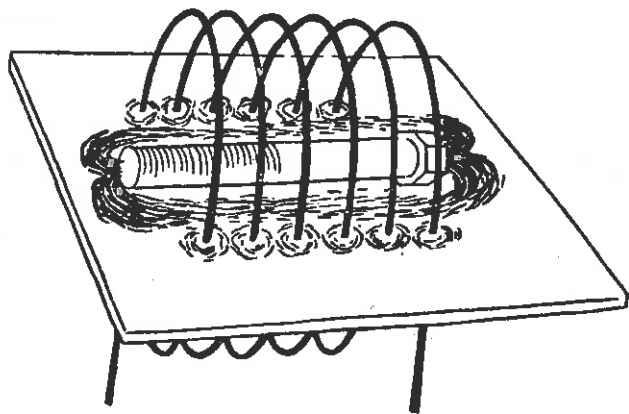
### 110. Disociación de sal de cocina por electrólisis

Necesitarás: un cristal, una batería de faro de bicicleta, dos trozos de alambre de cobre, sal de cocina.

Echa agua en un vaso y disuelve en ella una buena cantidad de sal de cocina. Introduce en la solución los extremos de los cables de cobre (sin el revestimiento de plástico) conectados ya a la batería. Mientras los cables estén conectados, observarás que del que está unido al polo negativo de la batería salen burbujas de gas, mientras que en el otro extremo aparece una sustancia amarilloverdosa. Al mismo tiempo se está produciendo calor. Es uno de los efectos de las corrientes eléctricas, que en este caso disocia la sal, o cloruro sódico, en sus elementos: sodio y cloro. El sodio se une con el agua y forma sosa caústica e hidrógeno. Este último se hace visible en las burbujas de gas. El cloro forma cloruro de cobre, que al reaccionar con la sosa caústica, forma hidróxido de cobre.

### 111. Las virutas de hierro forman dibujo abstractos

Necesitarás: una pila, unos cuantos metros de cable de cobre, un trozo de cartón, un tornillo de hierro, limaduras de hierro.

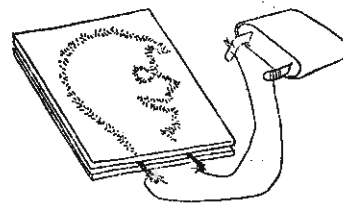


Si haces una espiral como la del dibujo, puedes producir unos campos magnéticos mucho más interesantes que los del

experimento 109. Sitúa el tornillo de hierro en el eje de la espiral, espolvorea las limaduras en el cartón y conecta los extremos de la espiral a los terminales de la pila. Podrás conservar los campos magnéticos que se creen recubriendo las limaduras con un fijador que se vende en las tiendas de artículos de pintura y que se utiliza para preservar los dibujos al pastel.

### 112. El retrato misterioso

Necesitarás: tres trozos de cartón, un trozo de alambre de cobre, una pila, cinta adhesiva, limaduras de hierro.



Dibuja una cara en un cartón y recórtala luego. Recorta el ojo también. Pégalas a un cartón más grande y de forma oblonga. Coloca el cable recorriendo perfectamente el trazado de la cara. Pégalas después con goma o papel

adhesivo para evitar que se mueva del sitio en que lo has colocado. Pon el tercer trozo de cartón encima de los otros dos y sujétalos bien con papel adhesivo.

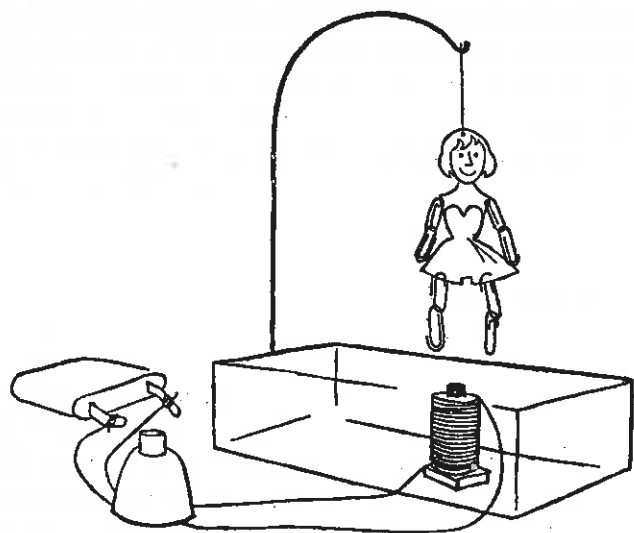
Esparce las limaduras de hierro en el cartón y una después los extremos del cable a una pila. Si das pequeños golpes en el cartón el rostro aparecerá en la superficie como por arte de magia. Si además consigues que los cables y la pila no estén a la vista del público, los espectadores quedarán estupefactos al presenciar tan insólito espectáculo.

### 113. La danza de papel-clip

Necesitarás: un trozo de tabla gruesa, un taco de madera pequeño, un listón, un trozo de alambre, goma elástica, un papel, tijeras, 8 clips, un electroimán, una caja de cartón, una pila de flash, un interruptor, unos cuantos clavos y tornillos.

Pon sobre un tablero un trozo de madera en posición vertical y clávale un alambre curvado. Recorta de cartulina o papel grueso una muñeca sin brazos ni piernas. Hazle los bra-



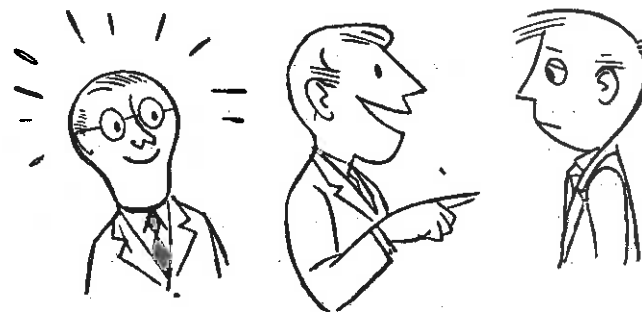


zos y piernas con clips enganchados. Cuando ya esté preparada, cuélgala de una tira de goma elástica, en el alambre. Unos tres centímetros por debajo coloca el electroimán más potente que puedas fabricar y cúbrelo con una caja de cartón que hará de pista de baile. Conecta un interruptor a los cables de la pila, por ejemplo, un botón de los que se usan para los timbres.

Si empujas el interruptor varias veces repetidas la corriente circulará y se producirá la atracción magnética. La bailarina será atraída con sacudidas cortas y bailará gracias a la elasticidad de la goma y a la soltura de los brazos. La danza electromagnética de la dama papel-clip será una buena diversión para tus hermanos pequeños.

## Experimentos con la luz

Luz: es un agente natural que estimula el sentido de la vista; medio o condición del espacio en el cual es posible la visión; apariencia de claridad.



*«Me temo que eres un muchacho bastante oscuro, amigo mío. Sin embargo tu primo Alberto es un tipo brillante».*

### ¿QUE ES LA LUZ?

La luz es un fenómeno vibratorio; es una vibración electromagnética y ondulatoria. La única diferencia entre las ondas de la luz y las de la radio está en su longitud de onda. Las de la radio oscilan entre unos cuantos centímetros y varios kilómetros. Las de la luz van desde 7 diezmilésimas de milímetro (luz roja) a 4 diezmilésimas de milímetro (violeta). El número total de vibraciones por segundo de la luz roja es: 400.000.000.000.000.000.

### ¿QUIEN PRODUCE LA LUZ?

Los electrones dan vueltas alrededor del núcleo del átomo en órbitas de diferentes diámetros. Por diferentes causas, esos electrones saltan de las órbitas interiores a otras más exteriores y de allí vuelven otra vez a las primeras. Así se produce la luz. Toda la luz que vemos es producida por el salto de los electrones de unas órbitas (exteriores) a otras (interiores).

### ¿QUE VELOCIDAD TIENE?

La velocidad de propagación de la luz es de 300.000 kilómetros por segundo. La que refleja la Luna llega a la Tierra en  $1\frac{1}{4}$  segundos y la del sol recorre su distancia (unos 150 millones de kilómetros) en unos 8 minutos. Pero hay sistemas de estrellas tan alejadas de nosotros que su luz, a pesar de la tremenda velocidad que tiene, necesita cientos de miles de años para llegar a nuestro planeta.

### LA LUZ SE PROPAGA EN LINEA RECTA.

Se puede comprobar colocando varios trozos de cartón en línea con un orificio cada uno. Se pone una lámpara detrás del último y se mira a través del agujero del primero. Sólo se ve la luz si todos los orificios están en línea recta.

### LA LUZ BLANCA ES UNA MEZCLA DE LUCES DE VARIOS COLORES.

Esto se aprecia con bastante claridad cuando un rayo de luz blanca —del sol, por ejemplo— atraviesa un prisma de cristal o el borde biselado de un espejo. Si el rayo se encuentra después con una superficie blanca, aparecen en ella los colores del arco iris: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. La mezcla de todos ellos produce la luz blanca. El prisma o el borde del espejo descomponen la mezcla en sus componentes.

### UN OBJETO ES ROJO CUANDO SOLO REFLEJA LA LUZ DE ESE COLOR.

Un objeto rojo recibe la luz blanca (que es mezcla de to-

dos los colores) y refleja sólo la roja, absorbiendo todas las otras. Una cosa amarilla refleja sólo la luz amarilla; una blanca refleja todos los colores y una negra no refleja ninguno. Es decir, vemos los objetos por la luz que reflejan.



—Papá. ¿Qué clase de fruta es ésa?  
—Son moras hijo, que viene de morado.  
—Pero, papá, si son rojas.  
—Eso es porque todavía están verdes.

### 114. Una luz de sodio

Necesitarás: un plato pequeño o la tapadera de una lata, un poco de bórax, alcohol y cosas o reproducciones de colores.

Mete varios terrones de bórax en el plato o en la tapadera de la lata y derrama encima un poco de alcohol. Deja oscura la habitación y enciende el alcohol. Al principio arderá con una llama azul pero poco después aparecerá una de color amarillo brillante, que es la luz de sodio y que se emplea para iluminar las carreteras y las calles.

Si miras un objeto rojo con esa luz amarilla parecerá que es negro. Si miras una cosa que sea azul también la verás negra y lo mismo ocurrirá con una que sea verde. ¿Cuál es la razón?

De todos los colores de luz que chocan con un objeto rojo, solamente se refleja la luz de ese mismo color; los otros son absorbidos. La luz de sodio sólo contiene luz amarilla sin mezcla de ninguna otra. Como las cosas de color rojo o verde no reflejan la luz amarilla, nosotros las vemos negras. En cambio, si lo que pones junto a la luz del sodio es un objeto

blanco, como las cosas blancas reflejan todos los colores, lo verás amarillo. ¿Y cómo se verá un objeto que sea amarillo? Amarillo, por supuesto, porque puede reflejar la luz de ese color.

Es muy interesante mirar con la luz de la lámpara de sodio que has fabricado en tu casa o con la luz amarilla de la iluminación de las calles todo tipo de objetos de diferentes colores o fotografías y dibujos de libros o revistas. Comprobarás que todos los colores excepto el amarillo desaparecen completamente. Es posible que el rojo, el azul y el verde parezcan igual y que los veas como gris oscuro o negro. No apreciarás estos cambios tan perfectamente si utilizas la luz amarilla de una linterna o una bombilla cubierta con un cristal amarillo, porque entonces irán mezcladas luces de otros colores. Esto no ocurre con la luz de sodio.

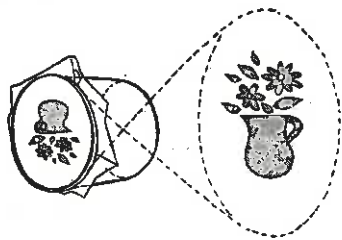
Este tipo de luz es muy apropiada para la iluminación de las calles porque es suave y agradable a los ojos y acentúa los contrastes. Otra ventaja es que es más económica.

### 115. *Cómo se hace una cámara oscura*

Necesitarás: un bote de lata sin tapadera, una hoja de papel impermeable, un trozo de goma elástica, y una tela oscura.

Con una lata grande sin tapadera puedes hacer un modelo pequeño de cámara oscura. Tendrás así una reproducción de aquellas habitaciones que se construían hace algún tiempo donde la gente se sentaba y contemplaba las imágenes que se proyectaban a través de un orificio de la pared y que se veían invertidas en la pared contraria.

Extiende sobre la base sin tapadera de la lata un trozo de papel que deje pasar la luz, por ejemplo, de ese que se utiliza



para envolver los embutidos. Amárralo a la lata con una goma elástica. Haz un orificio pequeño en el centro de la base de la lata. Colócala enfrente de una ventana desde la que se vea un paisaje, una calle, o una casa bien iluminados por el sol. Echa sobre tu cabeza, también cubriendo la base del bote, un trozo grande de tela oscura o una manta que no deje pasar la luz. Si mantienes los ojos a una distancia de unos 30 centímetros del papel verás la reproducción de lo que hay fuera en colores naturales, pero un poco más pequeño y al revés. El dibujo te explica porqué se ve de esa forma.

Quizá lo que hayas visto no esté muy claro. La claridad aumentará si agrandas un poco el agujero, pero entonces lo verás con menos nitidez. Pero si colocas una lente en el orificio conseguirás una reproducción que sea al mismo tiempo luminosa y nítida. Tienes que colocar la lente y el papel a una distancia parecida a la que los colocarías si intentaras quemar el papel enfocándolo con la luz del sol. Así obtendrás una cámara oscura que será más bien una cámara con pantalla de cristal.

### 116. *La luz verde, la luz roja y la azul juntas producen el color blanco*

Necesitarás: tres linternas, tres trozos de celofán (uno rojo, otro azul y otro verde) y una hoja de papel blanco.

Si te es difícil conseguir el celofán de colores, puedes colorear unos trozos transparentes con tinta o pintura.

Extiende cada una de ellos sobre una de las linternas. Si las enciendes, las luces serán roja, verde y azul. ¿Qué color obtendrás si proyectas la luz roja y la verde juntas sobre el papel blanco? Uno muy diferente del que probablemente esperabas: el amarillo. Y si les unes también la luz azul, aparecerá el blanco. Para que el blanco sea completo y puro probablemente tendrás que situar cada linterna a una distancia diferente del papel.

## 117. Un caleidoscopio

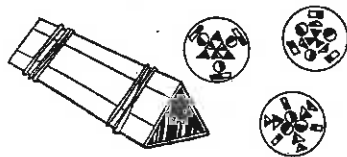
Necesitarás: un trozo de espejo, un cortador de cristal, un trozo de cartón, cinta adhesiva y dos gomas elásticas.

Seguro que alguna vez has plegado varias veces un papel y lo has recortado. Al abrir el papel, encontrarías una forma curiosa en la que la figura que habías recortado se repetía muchas veces de una manera muy atractiva. Las que puedes conseguir con un caleidoscopio son todavía más sorprendentes. Para hacerlo necesitarás un espejo viejo o un trozo de un espejo roto suficientemente grande para recortar dos trozos de 4 x 18 centímetros. Para ello necesitarás un cortador de cristal. Si no tienes uno, ve a una cristalería y pídele a un empleado te los recorte.

Recorta también un trozo de cartón del mismo tamaño que los espejos. Píntale uno de los lados de color negro. Después, coloca los trozos de espejo y de cartón (éste último, con la parte negra hacia dentro) de la forma que te indica el dibujo. Pégale cinta adhesiva en los bordes y, para más seguridad, átalos con los trozos de elástico.

Deja en una superficie plana piedrecillas de colores, cuentas u otros objetos pequeños y míralos apoyando el ojo en la parte de arriba del caleidoscopio. Verás con gran sorpresa por tu parte, formas de muchos colores, regulares y que parecen estrellas. Dale un giro al caleidoscopio. Los objetos se moverán y cambiarán de forma continuamente como si se tratara de una película de colores. Con dos o tres cerillas, o unas cuantas flores pequeñas o clips conseguirás formas realmente curiosas porque siempre verás los objetos reflejados seis veces en los espejos.

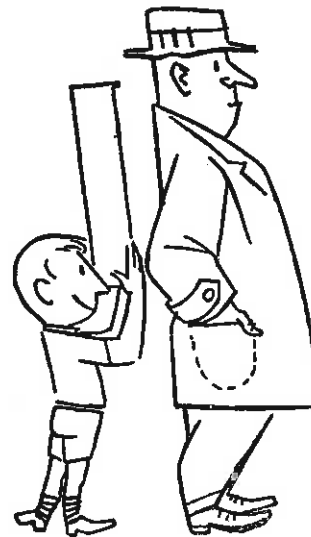
En caso de que te resulte difícil conseguir los espejos, todavía podrás hacer tu caleidoscopio con trozos de cristal normal. Tendrás que pintar uno de sus lados de negro y colocar



esos lados hacia fuera. Otra manera de hacerlo es pegar en la parte de fuera de los cristales unos trozos de papel negro. En un caleidoscopio hecho así, también se reflejan las figuras pero no serán tan nítidas y brillantes como las que se consiguen con los espejos de verdad.

## 118. ¿Cómo se puede hacer un periscopio?

Necesitarás: un trozo de cartón de 30 x 40 centímetros, dos espejos de bolsillo de 10,1 x 7,8 centímetros, cinta adhesiva, un compás, unas tijeras, un cuchillo afilado, un lápiz y una regla.

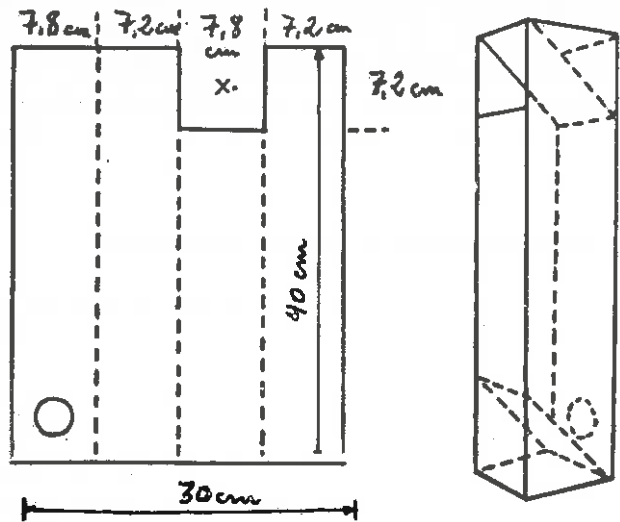


Cuando en un desfile se te pone delante una persona mayor corres el peligro de perderte el espectáculo. Si quieres estar preparado contra esas dificultades en el futuro, haz un periscopio. Sí, un periscopio como los que usan los submarinos para ver lo que ocurre en la superficie cuando están a varios metros de profundidad.

Sobre el trozo de cartón de 30x40 centímetros traza tres líneas paralelas a 7,8 centímetros, 7,2 centímetros y 7,8 centímetros, a partir de uno de los lados más largos. (Fíjate en el dibujo). Traza en sentido contrario otra línea a 7,2 centímetros de la parte de arriba. Recorta el trozo marcado con X. El círculo representa un orificio de 4 centímetros de diámetro. No hace falta que sea un círculo perfecto.

Pliega el cartón por las tres líneas que has dibujado. Será más fácil si antes marcas las líneas con un cuchillo afilado y las pliegas después en el borde de una mesa. Así tendrás ya





una caja de lados rectangulares, como la que ves en el dibujo de la derecha. Pega después los dos espejos dentro de la caja con cinta adhesiva. Deberán formar ángulos de 45 grados, con los lados brillantes mirándose el uno al otro. Cuando estén bien pegados y la goma esté seca, cierra también la caja con cinta adhesiva. En la parte de abajo pégale también una base de cartón, y en la de arriba coloca el trozo que recortaste antes. Después de hacer eso, tendrás el periscopio listo ya para hacer tus observaciones. Colócate, por ejemplo, debajo del alféizar de una ventana, de modo que no puedas mirar directamente. Con el periscopio verás todo lo que pasa fuera.

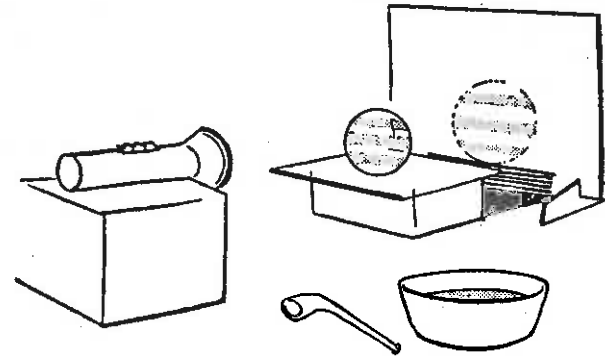
Si los espejos no son del tamaño indicado tendrás que alterar también las medidas del cartón. Pitágoras podría ayudarte, pero si no has oído hablar de él, un triángulo como el del segundo dibujo será de utilidad. La anchura del espejo completará las nuevas medidas.

Lado del periscopio



## 119. Los anillos de Newton

Necesitarás: una pompa de jabón, un cristal húmedo, un trozo de papel blanco resistente o de cartulina, y una vela o una linterna.



Seguro que alguna vez has visto lo que se llaman colores de interferencia. Por ejemplo, en una capa delgada de petróleo sobre un charco, en el brillo de los metales, en el nácar o en las pompas de jabón. ¿Quién los produce? En realidad no son el resultado de la agregación de capas de diferentes colores. La película de una pompa de jabón es completamente incolora y más delgada que la diez milésima parte de un centímetro. Si nosotros vemos colores diferentes es porque las ondas de la luz de una determinada longitud de onda (y por tanto de un color determinado) se debilitan o se fortalecen entre sí en esa película, mientras que las ondas de otras longitudes de ondas (de otros colores, por tanto, también) se debilitan y se fortalecen también entre sí. Esta debilitación y este fortalecimiento se conocen como interferencia; los colores que resultan de ellas se llaman colores de interferencia. Es fácil observarlos con la ayuda de una pompa de jabón grande. Coloca sobre una mesa un trozo de cartulina o papel blanco, apoyado en unos soportes que lo mantengan en posición vertical; un cristal húmedo y una linterna encendida o una vela. Fíjate en la disposición que tienen en el dibujo. La distancia entre la linterna o la vela y el cristal deberá ser de unos 75 cm., y desde el cristal a la cartulina vertical de unos 10 cm. La habitación

debe estar toda a oscuras y sólo estará encendida la linterna o la vela.

Empieza después a hacer pompas de jabón e intenta que una grande se pose sobre el cristal. Si lo consigues, verás sobre la pantalla claramente la sombra de la pompa con las bandas de colores. Esos son los anillos de Newton. Merece la pena observar que esos anillos no permanecen en el mismo sitio todo el tiempo sino que van cayendo despacio hacia abajo mientras que arriba surgen otros colores que comienzan a bajar también. Si soplas muy suavemente sobre la pompa cambiarán inmediatamente los colores y la figura que observas.

Todos los colores que se aprecian en un sitio dependen del grosor que la película tiene en él. Podemos imaginarnos que la pompa de jabón está formada por capas muy finas, unas encima de las otras. Cada capa mide aproximadamente la millonésima parte de un centímetro. Donde se ve un color rojo, hay unas 150 capas y donde se ve azul, unas 35. En lugar del cristal humedecido puedes utilizar también un plato de cristal húmedo, o probar también con un trozo estirado de franela o de una tela de lana.

### 120. Luz eléctrica procedente de tu brazo

Necesitarás: un tubo de luz fluorescente, tu brazo.

Los tubos fluorescentes se han extendido mucho porque proporcionan tres veces más luz que una bombilla normal con el mismo consumo de electricidad y porque tienen además una vida mucho más larga. En el tubo hay vapor de mercurio que produce rayos ultravioletas, invisibles la mayor parte de ellos. Esos rayos chocan con un polvo extendido en las paredes del tubo y se convierten en luz visible.

Se puede encender fácilmente uno de esos tubos sin tener que usar electricidad de la red normal. ¿Cómo? Simplemente frotándolo rápidamente pero sin apretarlo contra la manga del jersey o la chaqueta, preferiblemente en un día seco y

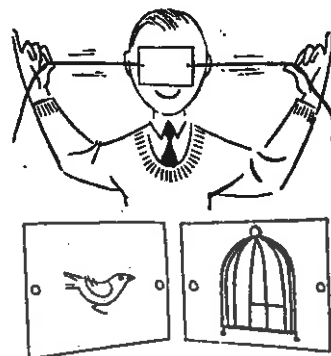


claro de invierno. Hay que estar en una habitación completamente oscura. Después de unos segundos el tubo comenzará a encenderse, no con la luz brillante que tiene cuando está conectado a la red, pero sí con una luz suficientemente visible. ¿De dónde procede la energía que produce la luz?

La central eléctrica está en tu manga. Al frotar el tubo, algunos de sus electrones salen del cristal, que se carga así positivamente y adquiere un voltaje. Las pequeñas corrientes eléctricas producen la luz.

### 121. Mete el pájaro en la jaula

Necesitarás: un trozo pequeño de cartón, una cuerda delgada y una pluma o un lápiz.



Aunque este experimento es bastante interesante no ha sido capaz de sobrevivir al cine y a la televisión, y debido a su respetable antigüedad, se ha olvidado casi por completo.

Coge un trozo pequeño de cartulina o de cartón y hazle dos orificios. Ata un trozo de cuerda en cada uno de ellos. En una de las caras del cartón dibuja una jaula y en la otra un pájaro. Si

haces girar muy rápidamente las cuerdas, el cartón comenzará a dar vueltas y verás en una sucesión muy rápida los dibujos del pájaro y de la jaula. Como nuestros ojos son relativamente lentos y retienen sólo impresiones de 1/16 segundos, tendrás la impresión de que el pájaro no está detrás de la jaula sino dentro de ella.

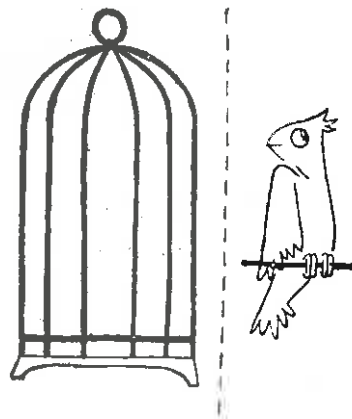
En lugar de un pájaro y una jaula puedes dibujar una cesta y huevos (pero entonces tendrás que moverlos con mucho cuidado), un mono y un bastón o un vaso y unas flores.

### 122. ¡Joe, métete en la jaula!

Necesitarás: dos trozos de cartón blanco, una pluma o un lápiz.

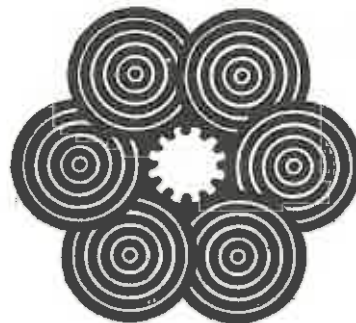
No hace falta seguir todas las instrucciones del experimento 121 para que el pájaro se meta en la jaula. Puedes conseguir que lo haga por sí solo. En el dibujo tienes el pájaro y, a unos 3 centímetros la jaula. Pon encima de la línea de puntos una cartulina blanca del tamaño de una tarjeta de visita, formando ángulo recto con el papel y acerca el libro hasta que el borde de la tarjeta toque tu nariz. Tendrás la impresión de que el pájaro se mueve y entra en la jaula mientras tú lo miras.

Se pueden dibujar cosas parecidas, por ejemplo, un pájaro y la cabeza de un hombre con la boca abierta. Sujeta la cartulina donde estén pintados debajo de los ojos en posición horizontal, con el borde pegado a la nariz. Ve girándola hacia la posición vertical, sin separar el borde de la nariz. El pájaro se meterá en la boca del señor.



### 123. ¡Qué se muevan las ruedas!

Necesitarás: este libro y dos ojos.



Dale vueltas al libro y verás que las ruedas laterales del dibujo comienzan a girar mientras que la de dientes lo hace en dirección contraria.

# Experimentos químicos

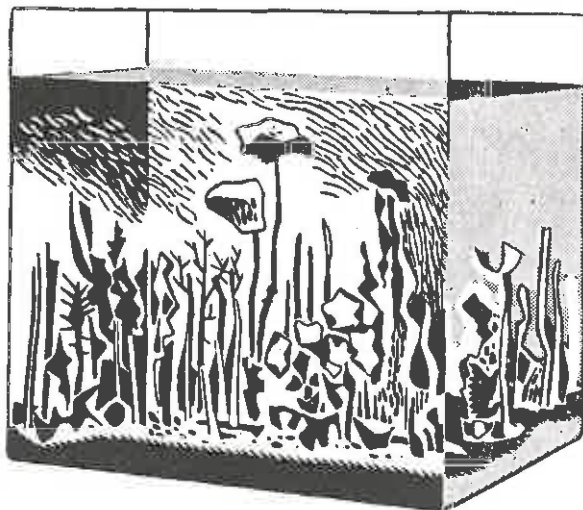
## 124. Un mágico jardín químico

Necesitarás: una vasija de cristal, sulfato de cobre, un vaso, cristales de sales metálicas.

¿Vives en un piso? ¿Te gustaría tener un jardín? Yo no puedo ofrecerte tanto, pero te sugiero algo distinto: un jardín químico, mágico y submarino. Si lo haces suficientemente grande podrás mirar dentro de él con unas gafas submarinas.

Coge una vasija grande de cristal, por ejemplo un acuario y echa en él una cierta cantidad de silicato de potasa (o sosa).

Vierte después dentro tres veces esa misma cantidad de agua, a ser posible destilada. Las semillas de tu jardín serán cristales de sales metálicas. Echa dentro cristales de cloruro de cobre, sulfato de cobre, nitrato de cobre, nitrato de plomo,



sulfato de manganeso, sulfato de aluminio, sulfato de hierro, cloruro de hierro, sulfato de níquel y también un poco de cloruro de cobalto, nitrato de cobalto y alúmina. Muchos de estos productos químicos pueden conseguirse en una droguería pero no es necesario tenerlos todos. El tamaño más apropiado para los cristales es de poco menos de medio centímetro. Es importante que la vasija de cristal esté en un sitio libre de vibraciones, por ejemplo, el alféizar de una ventana o un bloque de piedra. En el fondo del recipiente puedes echar un poco de arena limpia para meter tus «semillas» allí.

¿Qué sucede después? Transcurrido un rato, verás unas columnas en forma de plantas que van saliendo del fondo del recipiente, con apariencia caprichosa y de todos los colores. Unas parecerán algas; otras hierbas o musgos. Conforme vaya pasando el tiempo crecerán otros cristales con forma de corales que llegarán a la superficie. Los cristales de cloruro de hierro tendrán ramas marrones; los de cloruro de manganeso y sulfato de manganeso parecerán tarámbanos, el sulfato de níquel y el de cobre producirán arbustos entre verdes y azules, y juntos todos formarán un jardín exótico que sorprenderá a todos los que lo vean.

Cuando hayan parado de crecer (eso llevará varias horas) no lo toques durante un día. Después, extrae el agua con un tubo de goma y echa de nuevo agua limpia. Hazlo con mucho cuidado, porque si no los cristales se romperán. Después de eso tu jardín submarino podrá durar bastante tiempo.

## 125. Imitación química de una célula viva

Necesitarás: una vasija de cristal, sulfato de cobre, ácido sulfúrico, ferrocianuro amónico.

Por procedimientos químicos es posible hacer algo que tendrá algunas propiedades parecidas a las de una célula viva. Como sabes, las células son la base de todos los seres vivos y sólo pueden verse con un buen microscopio.

Vierte en un cacharro de cristal medio litro de agua y



disuelve en él unos 30 gramos de sulfato de cobre. Normalmente se formará en el fondo una sustancia lechosa que desaparecerá añadiendo unas gotas de ácido sulfúrico a la solución. Ten cuidado porque esta sustancia es peligrosa. Cuando el líquido esté claro, derrama en él un cristal de ferrocianuro amónico. Quizá lo consigas en una tienda de productos químicos pero si tienes menos de 16 años es posible que necesites el permiso de tus padres. Sobre la superficie del cristal aparecerá una película de ferrocianuro de cobre. Por el proceso que se conoce como difusión, dentro de esa película se produce un aumento de presión que hace que se extienda un poco y después se agriete. El ferrocianuro se pondrá en contacto con la solución de sulfato de cobre y se formará una nueva película que cerrará las grietas otra vez.

Esto se repetirá una y otra vez y la «célula» seguirá creciendo hasta que se disuelva una buena parte del cristal y pierda su «vitalidad». Cuando se haya disuelto por completo —en ese momento habrá alcanzado una longitud de unos 10 centímetros— habrá perdido la habilidad de cerrar los pequeños orificios. Entonces se rasgará y se arrugará poco a poco; quizá se rompa en trozos y «muera».

Como ocurre con las células vivas, este producto químico reacciona ante los estímulos del exterior. Igual que las plantas, crece hacia arriba aunque esté colocado en un ángulo. También reacciona a la luz: en la oscuridad se vuelve gris mientras que con la luz del sol su punto de crecimiento se pone verde, igual que una planta en germinación. Si pinchas la célula con una aguja, la herida se cerrará inmediatamente. Con algunas sustancias puede interrumpirse su crecimiento. Pero eso tienes que investigarlo por tu cuenta.

### 126. Del azúcar a la serpiente del faraón

Necesitarás: 8 gramos de azúcar, 4 gramos de nitrato de potasio, 30 gramos de dicromato de potasio, un trozo de papel de plata y un trozo de cartulina.

Los químicos de todos los países saben lo que es la serpiente del faraón pero no hay ninguna razón para que de-



jemos ese entretenimiento exclusivamente a los que dominan esa ciencia. Hagamos una también nosotros. Tendrás que machacar muy bien las tres sustancias de las que te hemos hablado y mezclarlas después. Envuelve la mezcla en un trozo de papel de plata y rodéalo encima con otro trozo de cartulina. Si enciendes uno de los extremos del «cartucho», saldrá de él una sorprendente serpiente y crecerá hasta alcanzar una longitud de bastantes centímetros.

### 127. Abrillantar la plata

Necesitarás: un cacharro de aluminio, una fuente o un plato, polvo de levadura, un poco de sal y objetos de plata.



La manera más sencilla y mejor de abrillantar la plata es limpiarla por electrólisis. Deja los objetos de plata en el cacharro de aluminio, teniendo cuidado de que estén todos en contacto con él. Derrama sobre los objetos de plata agua hirviendo en la que antes hayas disuelto el polvo de levadura y la sal (una cucharada pequeña de cada una por cada medio litro de agua). Los objetos de plata deberán estar completamente cubiertos por el agua. Si pasado un rato los sacas, los enjuagas, y los frotas con un paño suave, comprobarás lo brillantes que quedan.

En lugar de sal y polvos de levadura puedes utilizar también una cucharada de sosa.

## Experimentos variados

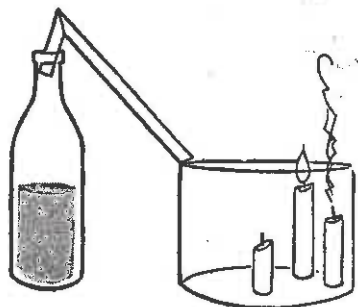
### 128. El dióxido de carbono es más pesado que el aire

Necesitarás: una botella, vinagre, sosa, un cacharro ancho de cristal, tres velas de diferente altura, un trozo de papel impermeable, goma de pegar y una pajita redonda.

En primer lugar necesitamos un tubo por donde pueda pasar el dióxido de carbón, de la botella donde se producirá al cacharro de cristal. Puedes hacerlo tú mismo enrollando la vara de madera con el papel resistente y pegándolo con goma, pero sin que el papel se pegue a la madera.

Saca la vara y deja que se seque el tubo de papel. Cuando ya no esté mojado, hazle un corte y dóblalo hasta que forme un ángulo como el que ves en el dibujo. Pega después las dos partes con tiras de papel.

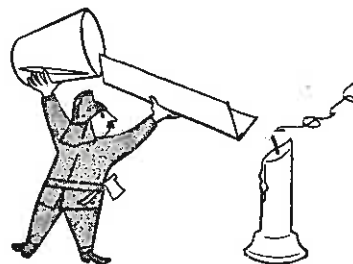
Vierte vinagre en la botella hasta llegar a la mitad y después ponle dentro un poco de «sosa» de lavar. Entonces se producirá dióxido de carbono que subirá en burbujas a través del líquido. Coloca el extremo pequeño del tubo dentro de la



botella y el otro dentro del cacharro de cristal. (Antes deberás haber puesto dentro de ese cacharro las tres velas encendidas). Como el dióxido de carbono es más pesado que el aire, caerá por el tubo largo hacia la base del cacharro. Poco a poco la capa de gas será más alta. Cuando alcance el cabo de la vela más pequeña, la llama empezará a oscilar hasta que se apague. Las otras velas seguirán ardiendo pero sufrirán el mismo destino cuando la capa de dióxido de carbono llegue hasta ellas. Al final, las tres velas se habrán apagado.

### 129. Apagar un fuego con dióxido de carbono

Necesitarás: un vaso, polvos de levadura, vinagre, un papel, y una vela.



Puedes apagar una vela con dióxido de carbono todavía de una manera más sencilla. Pon dentro de un vaso la mitad de una cuchara pequeña de polvo de levadura y vierte después vinagre hasta la mitad del vaso. Inclina el vaso con un ángulo suficiente para que

el gas que se produzca pueda correr sobre un papel doblado (como el que hay en el dibujo) y llegar a la llama de la vela. Se apagará muy pronto.

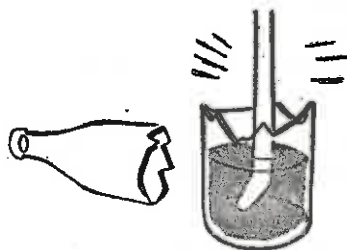
El dióxido de carbono es un material importante para la extinción de incendios. Hay extintores que lanzan un polvo seco capaz de producir esa sustancia. Su funcionamiento es el mismo que puedes observar en este experimento: haz un tubo de papel, llénalo con polvo de levadura y sopla por él para que su contenido caiga repentinamente en un cacharro de metal donde haya un papel ardiendo. Si lo haces bien, el fuego se apagará inmediatamente porque se forma dióxido de carbono con el polvo de levadura y también porque el polvo enfria el ambiente.

### 130. Anillos de cristal de una botella rota

Necesitarás: una botella sin cuello, un poco de aceite, un atizador del fuego, una estufa o una cocina encendida.

Es bastante fácil hacer un cacharro de cristal con el borde perfectamente plano. Y también unos cuantos anillos de cristal con una botella a la que se le haya roto el cuello. Llena la botella con aceite hasta la altura por la que tú deseas cortarla. Ten cuidado de que la botella esté bien asentada. Mete después un atizador de fuego o una barra de hierro en una llama hasta que el extremo se ponga al rojo vivo. Con un rápido movimiento, introdúcelo en el aceite. Oirás el crujido del cristal, y comprobarás que la grieta formada es perfectamente circular. Levanta la parte de arriba y tendrás así un nuevo recipiente.

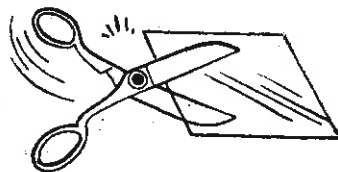
Si sacas parte del aceite fuera e introduces otra vez la barra al rojo vivo, producirás una nueva grieta y un anillo de cristal limpiamente cortado. Es bastante interesante hacer este experimento con una botella completa y cortar toda una serie de anillos.



### 131. Cortar el cristal con tijeras

Necesitarás: un cacharro con agua, unas tijeras y un trozo de cristal.

Es posible cortar el cristal con unas tijeras normales y de la forma que tú quieras con tal de que cuando lo hagas mantengas bajo agua el cristal, las tijeras y las manos. El agua amortigua las vibraciones que suelen causar las roturas del cristal. Sí; debajo del agua es tan fácil cortar el cristal como el cartón.



### 132. Un mensaje con tinta invisible

Necesitarás: una hoja de papel, una pluma y un limón.



En las historias de aventuras se habla a menudo de viejos documentos escritos en lenguajes cifrados y que contienen mensajes sobre tesoros escondidos. Con qué emoción se leen los párrafos en los que el protagonista descifra las instrucciones secretas. Nosotros vamos a redactar ahora otra clase de

mensaje secreto: uno escrito con tinta invisible.

Mientras estás escribiendo verás las palabras, pero en cuanto se sequen las letras la escritura será invisible. Cuando envíes la carta a su destinatario no habrá peligro alguno de que nadie más pueda leerla.

El recipiente de tinta invisible será un limón. Córdalo por la mitad. Con uno de los trozos, haz un vaso de refresco. En el otro, moja una pluma que tenga una punta muy afilada. Empújala bien dentro de la carne del limón para que se moje con el jugo, pero no demasiado, porque entonces harás borrones invisibles.

Después, escribe con trazos muy firmes para que la escritura no sea excesivamente fina. Lo mejor será que uses una pluma de trazo grueso.

Cuando hayas acabado la carta te darás cuenta de que su comienzo ya es casi invisible porque el jugo del limón se ha secado. Si envías la carta por el correo no será muy sensato escribir la dirección con la misma clase de tinta.

¿Cómo puedes conseguir que se vea otra vez lo que has escrito? Calienta con mucho cuidado la hoja de papel, con la parte escrita hacia abajo, en una llama o en una estufa encendida. Ten mucho cuidado de que el papel no se queme porque entonces la escritura se volverá invisible para siempre.



Conforme las letras se vayan calentando irán poniéndose marrones y las verás cada vez mejor. Al final podrás leerlas perfectamente.

Si no tienes un limón a mano puedes utilizar también vinagre. No obstante, el limón es mucho mejor.

Pero una carta en la que no se ha escrito nada es algo bastante sospechoso. ¿No crees? ¿Sabes lo que puedes hacer? Por un lado del papel escribe con tinta normal pero por el otro redacta tu mensaje secreto.

### 133. Escribe con una tinta que desaparece después

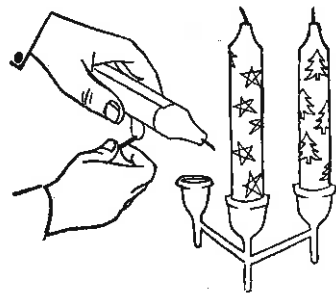
Necesitarás: un poco de almidón, una taza, agua, yodo, papel y pluma.

Remueve en una taza con agua un poco de almidón al que le hayas añadido unas gotas de tintura de yodo hasta que formen una pasta ligera. Esta será tu tinta. Si escribes con ella las letras serán marrón oscuro. Cuando se sequen, frótalas con un trapo o con la mano y desaparecerán para siempre sin dejar señal.

### 134. Dibujos en las velas

Necesitarás: varias velas, dibujos recortados de periódicos o revistas y cerillas.

Es muy sencillo pasar a las velas los dibujos que hay en las revistas o en los folletos. Salen mejor los que están impresos en papel delgado con líneas gruesas y negras. Como es natural, no deberán ser más anchos que la circunferencia de la vela. Rodea una vela con el papel pintado, de tal manera que los dibujos miren hacia dentro y apriétalo con fuerza. Después, muy despacio, ve pasando una cerilla encendida por el papel. Retira



el papel y verás que los dibujos en blanco y negro están en la vela con un color gris oscuro. También es posible reproducir colores con tal de que las líneas sean gruesas. Generalmente este experimento tiene más éxito si la impresión está fresca. Será un buen entretenimiento para los niños pequeños.

### 135. Haz un agujero en una moneda de bronce

Necesitarás: una moneda de bronce, una aguja, dos tacos de madera, un tapón de corcho y un martillo.

¿Cómo puede hacerse esto? De una manera muy sencilla. Atraviesa de parte a parte un tapón de corcho con una aguja. La punta podrá salir un poco pero no el ojo de la aguja. Si sale, córtalo con unos alicates. Después, apoya la moneda sobre dos tacos de madera, pon el corcho encima con la punta de la aguja hacia abajo y dale un golpe seco con el martillo. Como el acero es más resistente que el bronce la aguja atravesará la moneda.

### 136. Pompas de jabón grandes

Necesitarás: un cacharro con agua con jabón, un alambre y un poco de azúcar.



Haz un anillo con el alambre dándole una vuelta a una botella y trenzando los extremos después. Sumerge el anillo en el agua con jabón, teniendo cuidado de disolver antes en ella un poco de azúcar. Saca con cuidado el anillo del agua y verás que tiene una película tendida entre el alambre. Coloca después el anillo enfrente de tu boca y sopla, suavemente y sin parar, en el centro de la película. Si las cosas salen bien la capa de agua y jabón irá tomando la forma de una bolsa y seguirá creciendo todo el rato que



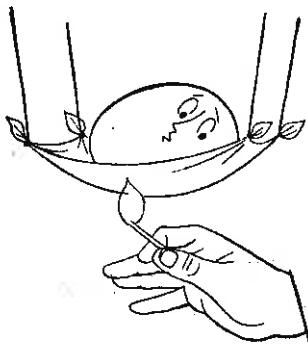
tú soples. Al final, la parte de atrás se separará del resto y formará una pompa muy grande.

Cuando hayas adquirido práctica en este método, puedes intentar otro diferente. Mete la mano cerrada en el agua y ve abriendo lentamente los dedos hasta formar un anillo, manteniendo juntos los dedos pulgar e índice. Si sacas la mano del agua muy despacio, sacarás entre los dedos una película de agua y jabón. Coloca la mano delante de la boca con la palma hacia adelante y sopla. Si lo haces con cuidado, conseguirás también una pompa de tamaño respetable.

### 137. Fabricación de hilos a prueba de fuego

Necesitarás: un trozo de muselina, un poco de hilo, una cáscara de huevo, un cacharro con agua caliente, y sal.

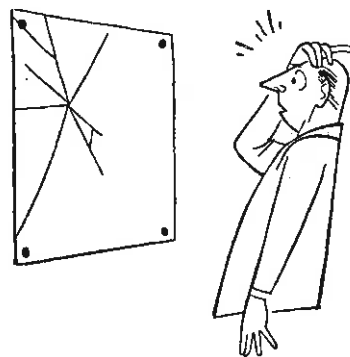
Díselve en un cacharro con agua caliente toda la sal que admita. Mete dentro un trozo de unos dos metros de hilo y un trozo de muselina. Sacá después el hilo y la muselina, déjalos secar y sumérgelos de nuevo en la salmuera. Vuélvelos a secar otra vez y repite la operación varias veces. Aparentemente no notarás casi ningún cambio en el hilo y en la tela.



Ata trozos de hilo a las cuatro puntas de tela hasta formar una pequeña hamaca. Mételo todo en el agua con sal. Déjalo secar después y repite la operación varias veces. Cuelga la hamaca de los hilos y deja la cáscara de huevo encima de ella. Acércale una cerilla y observarás que aunque la hamaca y los hilos se queman el huevo permanece colgado. Las fibras con las que están hechas la hamaca y los hilos se queman pero, gracias a la sal, la ceniza es suficientemente fuerte para soportar el peso del huevo.

### 138. El espejo está roto

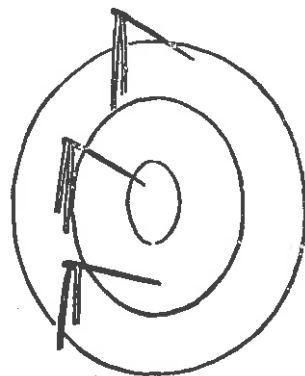
Necesitarás: un espejo y un trozo de jabón delgado.



Te ofrezco aquí una manera de gastar bromas a tus amigos el día de los Santos Inocentes. Dibuja en un espejo una serie de líneas que imiten una rotura de cristal con el borde afilado de un trozo de jabón. Parecerá que está realmente roto. Procura tener a mano un trapo humedecido cuando des la noticia en tu casa, porque puede que haya lágrimas y palabras mayores. Pero no te preocupes: desaparecerán en cuanto las frotes con el paño.

### 139. Agujas encantadas

Necesitarás: unas cuantas agujas de buen tamaño, unos trozos de hilo de algodón y un trozo de madera.



Si intentas lanzar una aguja como un dardo a un trozo de madera que esté a un metro de distancia difícilmente conseguirás clavarla. Por mucha fuerza que pongas no lograrás tu propósito. Tendrás éxito, en cambio, si enhebras un hilo de algodón en el ojo de cada aguja. Dibuja anillos en la

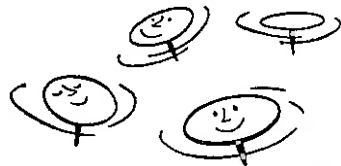
madera y trata de clavar los dardos en el blanco.

¿Magia? La ciencia no cree en la magia. La cola de hilo que has colocado proporciona a las agujas las propiedades de una flecha y hace posible que la punta se clave en la madera con el ángulo adecuado.

#### 140. Chinchetas convertidas en trompos

Necesitarás: unas chinchetas y una mesa plana o el suelo.

Si has comprado una caja de chinchetas lo que en realidad has comprado es una caja de trompos pequeños, porque cada una de ellas puede funcionar como una peonza. ¿Pero, cómo puede girar una cosa tan pequeña?



Pon tu mano horizontalmente con la palma hacia arriba y coge el rabo de una chincheta entre el pulgar y el índice. Dale un pequeño impulso haciendo que el pulgar salga hacia afuera y deja que la chincheta caiga de punta sobre la mesa o el suelo. Si lo haces de una manera adecuada, después de algún tiempo el pequeño trompo girará durante un buen rato. Las chinchetas deben estar bien derechas y la punta afilada. También puedes conseguir que las chinchetas giren sobre un plato y entretenerte viendo las rápidas piruetas del pequeño trompo.

#### 141. El truco de la cerilla partida

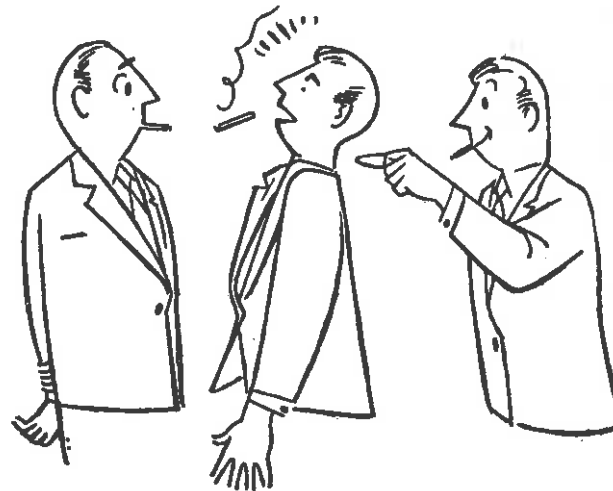
Necesitarás: una botella, una cerilla, una moneda, un vaso de agua.

Dobla una cerilla por la mitad sin romperla completamente. Déjala sobre el cuello de una botella y pon una moneda encima. Dile a tus familiares o a tus amigos que intenten meter la moneda en la botella sin tocar ni la cerilla, ni la moneda, ni la botella. Nadie podrá hacerlo a no ser que...

A no ser que sepa el truco. Mete el dedo en el agua y deja que unas cuantas gotas caigan en el sitio por donde la cerilla está doblada. Esto hará que las fibras de la madera se hinchen y que el ángulo que forman las dos partes de la cerilla se vuelva cada vez más pequeño hasta que la moneda caiga dentro de la botella.

#### 142. Sensaciones que nos ponen nerviosos

Necesitarás: un grupo de gente que esté fumando, un trozo de hielo y un cuchillo.



Donde haya un grupo de gente que esté fumando puedes aplicar un pequeño truco que nos demuestra la poca confianza que debemos poner en nuestros sentidos. Sin que nadie lo vea dale forma puntiaguda a un trozo de hielo. Sécalo bien y apriétalo muy fuerte contra el cuello de uno de tus amigos. Se asustará y quizá se enfade porque, según su opinión, lo habrás quemado con la punta del cigarrillo. Entonces será el momento de explicar el truco.

#### 143. Tú tienes dos narices

Necesitarás: una nariz.

Si cruzas el dedo índice y el medio y luego los pasas por encima de la punta de la nariz te parecerá que tienes dos narices. Pero si después las cuentas comprobarás que solamente tienes una. ¿Por qué sucede esto?

Si te tocas la nariz con los dedos en su posición normal solamente sentirás una nariz. El nervio sensorio de la parte izquierda de la yema del dedo medio y el nervio de la parte derecha del índice llevarán a tu cerebro la sensación de una nariz. Al cruzar los dedos las impresiones de la parte izquierda del dedo primero y de la derecha del segundo se combinan. Esta combinación es tan extraña para nosotros que aceptamos las dos sensaciones separadamente y sentimos dos narices.



#### 144. Levantar un bloque de hielo

Necesitarás: un cacharro con agua, un bloque de hielo, un trozo pequeño de cuerda y un poco de sal.

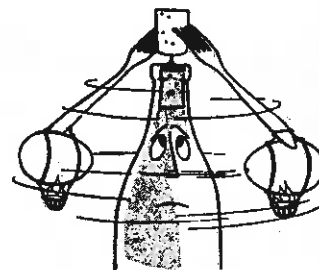
En un cacharro pequeño de agua pon un bloque de hielo y dile a tus amigos si ellos son capaces de sacar el bloque de hielo levantándolo con la cuerda y usando una sola mano. Asegúrate de que la cuerda sea suficientemente corta para que nadie pueda atar el hielo con ella.

Sólo hay una manera de hacerlo cumpliendo todas las condiciones. Si tus amigos no saben el secreto el hilo seguirá flotando en el agua hasta que... Hasta que humedezcas bien el extremo de la cuerda en el agua, lo dejes sobre el hielo y eches un poco de sal encima. Esto provocará que un poco de hielo se funda en la parte de arriba y que el extremo de la cuerda quede dentro de un orificio lleno de agua. Como hace falta calor para esa fundición y se ha tomado del hielo y del agua, el resultado es que el agua se vuelve a helar. Entonces la cuerda queda fija en el bloque de hielo y no cuesta ningún trabajo sacarlo tirando del extremo de la cuerda.

#### 145. Un tiovivo de vapor

Necesitarás: una botella, una moneda, un alfiler, un tapón de corcho, dos tenedores, un poco de alambre, dos cáscaras de huevo vacías, un poco de hilo de algodón y alcohol.

Sólo los lectores de más edad —quizá con alguna nostalgia— recordarán los viejos tiovivos de vapor con su decoración tan alegre y su máquina trepidante. Realmente no está en nuestra mano hacer un tiovivo de vapor de verdad para enseñárselo a los lectores jóvenes, pero sí podemos fabricar algo que se le parezca bastante.



Este tiovivo es una variante del bote del experimento 36 porque también aquí vamos a usar huevos vacíos como motores a reacción. Necesitarás dos huevos vacíos con un orificio cada uno. Haz después con alambre de hierro o acero dos cestas pequeñas para el carburante y dos pares de anillos con un lazo por encima para sujetar a los huevos. Con otros alambres sujeta esos lazos a los tenedores.

Mete uno de los tapones de corcho en la botella hasta que llegue casi al borde. Coloca una moneda sobre el tapón. Clava una aguja en el centro del otro tapón de corcho y dos tenedores a los lados. Si tienes tenedores de aluminio será preferible que los uses. Así pesarán menos. El ángulo que los tenedores han de formar con el corcho debe ser el que les permita mantenerse en equilibrio. El alfiler descansará vertical sobre la moneda y el tapón con los tenedores girará con facilidad.

Pon un poco de agua en cada uno de los huevos, hasta llenar aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de su capacidad. Sujeta los huevos a los tenedores con los anillos de alambre y coloca también las pequeñas cestas con un trozo de algodón mojado en alcohol. Préndeles fuego después. Cuando el agua comience a hervir y se escape la corriente de vapor, el tiovivo comenzará a girar a girar gracias a su motor a reacción.

## 146. Un motor eléctrico hecho con clavos

Utiliza como eje un clavo de 10 cm. de largo. Enróllale, ocupando un espacio de 5 cm., dos capas de cinta aislante.

El inducido se hace con dos pares de clavos de 6,25 cm. Envuélvelos en cinta aislante de dos en dos, con la cabeza de uno junto a la punta del otro.

A unos dos centímetros y medio de la cabeza del clavo que hace de eje, coloca los dos pares de clavos del inducido, uno a cada lado del eje. Enróllalos también, de arriba abajo, con dos capas de cinta aislante. Procura que el eje los atraviese por la mitad de su longitud.

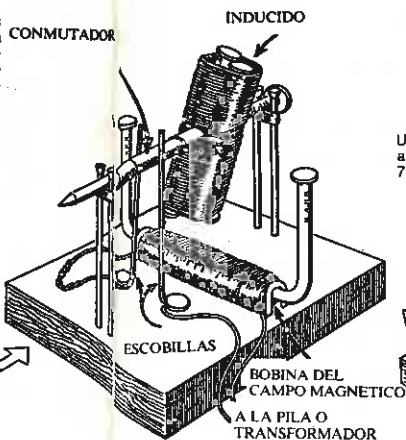
Antes de hacer el conmutador, dobla los extremos del alambre como ves en el dibujo y después empujalos juntos contra la cinta del eje. Hazlo de modo que el inducido quede vertical y los segmentos del conmutador queden a los lados.

Con una navaja retira la protección de plástico del cable, 15 centímetros a partir de cada extremo del cable.

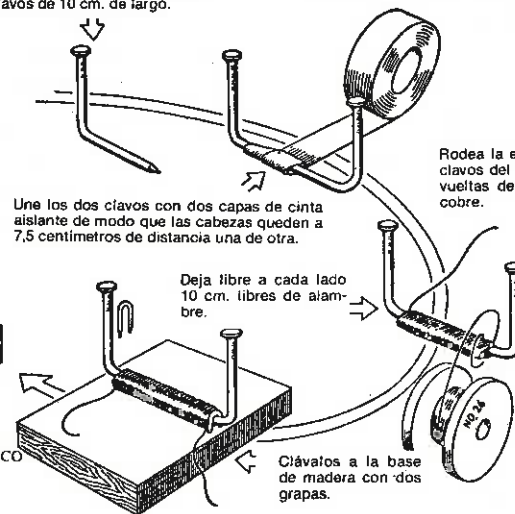
Enrolla en el inducido dos capas de alambre de cobre con cubierta de plástico. Comienza en el centro, dejando un extremo libre de unos 18 cm. de cable. Ve enrollando desde el eje hacia fuera. Cuando acabes la primera capa, vuelve a enrollar, pero hacia adentro y todavía en esa primera mitad. Después continúa enrollando en el mismo sentido en la otra parte hasta que llegues al límite cambia de dirección y deja al final otro extremo de 18 cm.

Asegura los segmentos con dos capas de cinta aislante más estrecha.

Como soportes donde girará el eje se colocan dos pares de clavos de unos 7,5 cm. en la madera que hace de base. En la parte de arriba de los clavos se enrollarán cuatro vueltas de cable. Los clavos y el cable hay que colocarlos de tal manera que el inducido pueda rotar con facilidad, exactamente a medio camino entre los polos del imán.



Para formar la estructura del imán dobla por la mitad dos clavos de 10 cm. de largo.



Une los dos clavos con dos capas de cinta aislante de modo que las cabezas queden a 7,5 centímetros de distancia una de otra.

Deja libre a cada lado 10 cm. libres de alambre.

Clávalos a la base de madera con dos grapas.

Las escobillas se hacen con dos trozos de hilo de cobre pelado de unos 15 cm. de largo. Clávalas en la base de madera con tachuelas de cabeza grande. Dobla el alambre como ves en la figura.

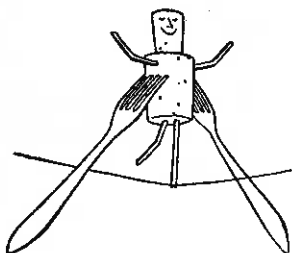
**NECESITARAS:**  
 Unos 30 metros de alambre de cobre recubierto de plástico (26. S.W.G.)  
 Unos 3 metros de cinta aislante  
 3 clavos de 10 cm. de largo  
 4 clavos de 6,25 cm. de largo  
 2 grapas  
 2 tachuelas  
 1 trozo de madera

Conecta el motor a dos pilas colocadas en serie (por ejemplo la pila de una luz de bicicleta, o mejor, un transformador de juguete de 6-8 voltios). Tendrás que probar varias veces para encontrar la posición y presión exactas de las escobillas. El motor no deberá estar mucho tiempo conectado pero no funcionando.



### 147. Un equilibrista que camina

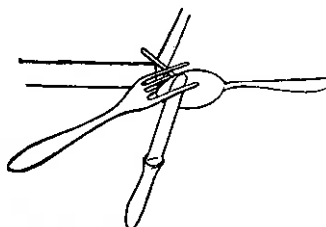
Necesitarás: dos tapones de corcho, cinco palillos de madera, dos tenedores y un trozo de alambre.



Vamos a construir ahora un equilibrista caminante. Puedes hacerle la cabeza con un tapón de corcho o una patata pequeña en la que dibujes la cara con tinta. La cabeza y el corcho que hace de cuerpo se unen con un palillo clavado a cada lado. Los brazos y una pierna pueden ser también palillos doblados por la mitad. La segunda pierna será uno sin doblar porque el muñeco tendrá que apoyarse en ella. Hazle una muesca en la parte de abajo de la pierna derecha porque así se acomodará mejor sobre el alambre que tienes que tender en tu habitación. Clava en el cuerpo de la pequeña figura los balancines, que serán dos tenedores. Colócalos sobre el alambre y permanecerá en equilibrio. Sópale desde atrás y avanzará. Si se mueve a tirones puedes facilitarle el trabajo engrasando un poco el alambre o estirándolo más.

### 148. ¿Cómo es posible esto?

Necesitarás: una cerilla, un cuchillo, un tenedor, una cuchara y una mesa.



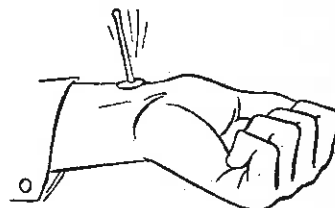
Lo que tienes que hacer es poner una cerilla sobre una mesa de tal manera que salga un poco por fuera y colgar después de ella un cuchillo, un tenedor y una cuchara sin que la cerilla se caiga. ¿Imposible? Bien, inténtalo. Coloca como te hemos dicho la cerilla y luego engarza entre sí los tres instrumentos de cocina. Si puedes, utiliza un tenedor con cuatro puntas poco separadas entre sí. Con la mano iz-

quierda coge el tenedor con la parte de atrás mirando hacia ti. Con la otra mano coge la cuchara, también con la parte de atrás hacia ti. Engarza la cuchara entre la tercera y la cuarta punta del tenedor. Finalmente coloca también la hoja del cuchillo entre la cuchara y la cuarta punta del tenedor. Mete un extremo de la cerilla entre las dos primeras puntas; el otro extremo ha de apoyarse en el borde de la mesa. Déjalo todo libre cuidadosamente, colgando del centro de la cerilla. El cuchillo, el tenedor y la cuchara quedarán en equilibrio.

### 149. Observa tu pulso

Necesitarás: una chincheta, una cerilla, tu muñeca.

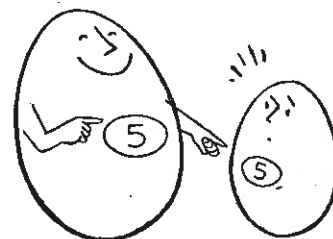
Seguramente que sabes perfectamente cuál es el sitio de tu muñeca donde se siente el impulso de la sangre a través de las arterias. Puedes hacerlo visible. Clava una cerilla en el rabo de una chincheta. Deja en equilibrio las dos cosas sobre ese lugar de tu muñeca. Si lo haces correctamente, verás a la cerilla moverse adelante y atrás con cada latido del corazón.



### 150. La ósmosis convierte un huevo pequeño en uno grande

Necesitarás: un huevo pequeño, un cacharro, un poco de ácido clorídrico diluido, agua.

Mete un huevo en un cacharro con ácido clorídrico diluido durante unos cuantos minutos. La acción del ácido disolverá la cáscara del huevo y verás pronto la clara y la yema rodeadas de una membrana. Inclina cuidadosa-



mente el cacharro y derrama fuera el ácido. Después, vierte despacio agua limpia dentro de él. Debes tener cuidado con dos cosas: con el ácido, porque puede llegar a quemarte, y con el huevo sin cáscara, para evitar que se rompa.

Saca con cuidado el agua que has puesto para estar seguro de que no queda ácido y llena después el cacharro con agua limpia por segunda vez. Verás entonces que el huevo comienza a hincharse y que en 24 horas casi doble su tamaño.

¿Cómo ocurre esto? Por la ósmosis. La piel del huevo contiene poros muy pequeños a través de los cuales las moléculas de agua pueden pasar pero no las grandes moléculas de la clara y la yema. El agua consigue entrar pero el contenido del huevo no puede salir. Este fenómeno conocido con el nombre de ósmosis tiene lugar en los seres vivos. Gracias a él, pueden entrar en las células del cuerpo humano las soluciones de alimento y otras sustancias, sin que el protoplasma se escape a través de las paredes de separación.

El agua entra en el huevo y hace que su piel se estire. Si pusieras alcohol puro en el cacharro en lugar de agua, podrías extraer el agua del huevo porque el alcohol la absorbería rápidamente y recobraría su tamaño natural. Reemplaza el alcohol con agua y el huevo volverá a hincharse otra vez, y así sucesivamente.

## Indice

EXPERIMENTOS CON EL AIRE ... ..	7
1.—¿Puedo servirle un vaso de aire? ... ..	9
2.—Dale la vuelta a un vaso de agua sin derramar una sola gota.	10
3.—Una lata de aceite aplastada por la presión del aire ... ..	10
4.—¿Qué pesado es el aire! ... ..	11
5.—Un barómetro y un bebedero para pájaros, al mismo tiempo.	12
6.—Levanta dos tazas con un globo ... ..	13
7.—Un plátano se pela solo ... ..	13
8.—¿Una botella? No, una fuente ... ..	14
9.—Pega dos vasos con aire ... ..	15
10.—Levanta 10 kilos de libros con tu aliento ... ..	16
11.—Haz un fusil de juguete con un tubo y una patata ... ..	17
12.—El misterio de la pelota de ping-pong flotante ... ..	17
13.—¿Qué hacen estas manzanas? ... ..	19
14.—¿Cómo vuelan los aviones? ... ..	19
15.—Un molino de viento con forma de serpiente para encima del radiador ... ..	21
16.—Fabricate un globo de aire caliente ... ..	22
17.—Un boomerang ... ..	24
18.—¿Qué hace esta hoja de papel? ... ..	24
19.—¿Y estas dos hojas? ... ..	24
20.—Fabrica un pulverizador ... ..	25
21.—¿Cuánto oxígeno contiene el aire? ... ..	25
22.—El oxígeno y el hierro oxidado ... ..	26
23.—Fabricate una «casa del tiempo» ... ..	27
24.—¿Sabes lo que es un cuadro del tiempo? ... ..	28

	Pág.
25.—Las hojas de las plantas producen oxígeno cuando les da el sol ... ..	29
26.—Una bomba de harina como final ruidoso para tus experimentos con aire ... ..	29
EXPERIMENTOS CON LA ATRACCION ... ..	
27.—Haz por ti mismo una brújula ... ..	33
28.—Los polos del imán pueden ser «atractivos» y «repulsivos» ...	35
29.—Construye barcos magnéticos ... ..	35
30.—Una jornada de pesca con una caña magnética ... ..	36
31.—«Huellas» visibles del imán ... ..	37
32.—El calor destruye el magnetismo ... ..	38
EXPERIMENTOS CON LAS FUERZAS ... ..	
33.—Los raíles empujan al tren hacia delante ... ..	40
34.—Haz un cañón con una botella ... ..	41
35.—¿Cómo vuelan los aviones a reacción? ... ..	42
36.—Un barco a reacción hecho con un huevo ... ..	43
37.—Haz un barco a reacción con un bote de hojalata ... ..	44
38.—Una turbina de vapor hecha de vidrio ... ..	45
39.—Hace falta más fuerza para que una cosa empiece a moverse que para que continúe en movimiento ... ..	46
40.—La inercia es algo realmente sorprendente ... ..	47
41.—¿Qué cuerda crees que se va a romper? Puedes escoger ... ..	48
42.—¿Cuál de los dos huevos es el hervido? ... ..	48
43.—Huevos obedientes y desobedientes ... ..	49
44.—¿De qué lado se caerá el listón? ... ..	50
45.—Dos tenedores haciendo equilibrios sobre una aguja ... ..	51
46.—Sostén en equilibrio una taza sobre tu dedo, con la ayuda de dos cuchillos ... ..	51
47.—Una botella que baila en el alambre ... ..	52
48.—Un tiovivo ... ..	52
49.—Equilibrio de cocina ... ..	53
50.—Un huevo acrobático ... ..	53
51.—Un balancín hecho con una vela ... ..	53

	Pág.
52.—Un doble cono que sube las cuestas ... ..	54
53.—Fabricate una caja misteriosa ... ..	55
54.—Un lápiz y una navaja como artistas del equilibrio ... ..	56
55.—Un ejemplo de equilibrio todavía más sorprendente ... ..	56
56.—Una manera poco frecuente de cortar una pera ... ..	57
57.—Una montaña rusa para las gotas de agua ... ..	57
EXPERIMENTOS CON EL SONIDO ... ..	
58.—Cómo se producen los sonidos ... ..	60
59.—Cuanto más rápidas son las vibraciones más agudo es el sonido ... ..	61
60.—Cuanto más fuertes son las vibraciones más alto es el sonido.	62
61.—¡El rugido de un león sale de una caja! ... ..	63
62.—Fabricate una zambomba ... ..	64
63.—El sonido de las campanas ... ..	65
64.—Haz un teléfono con latas viejas ... ..	65
65.—¿A qué distancia está la tormenta? ... ..	66
66.—Haz una cítara con tiras de elástico ... ..	67
67.—Un piano hecho con clavos ... ..	68
68.—Cómo se fabrica un trombón de agua ... ..	68
69.—Un órgano hecho con botellas vacías ... ..	69
70.—Los lamentos de una regla ... ..	70
71.—Haz una armónica con copas de cristal ... ..	71
72.—Las maravillas de la resonancia ... ..	71
73.—Un instrumento musical hecho con tubos de cartón ... ..	72
74.—Haz una guitarra con un alambre de acero ... ..	73
EXPERIMENTOS CON EL CALOR ... ..	
75.—Pañuelos a prueba de fuego ... ..	77
76.—Hervir agua en una... vasija de papel ... ..	77
77.—El agua fría pesa más que el agua caliente ... ..	78
78.—Una llama que hay que encender dos veces ... ..	79
79.—Cómo sentir el calor de tu propia cabeza ... ..	79



	Pág.
80.—El enigma del humo que se hunde ... ..	80
81.—Una balanza para pesar el aire ... ..	81
EXPERIMENTOS CON EL AGUA ... ..	
82.—El ballet de las bolas de alcanfor ... ..	82
83.—El hierro flota en el agua ... ..	83
84.—Cómo se construye un barco propulsado por jabón ... ..	84
85.—Jabón «repelente» y azúcar «atractiva» ... ..	84
86.—Y bailaron un vals en el agua ... ..	85
87.—De huevo corriente a huevo de plata ... ..	86
88.—Una gota de aceite impulsa a un pez ... ..	86
89.—Cómo se hace un submarinista Cartesiano ... ..	87
90.—¿A dónde va la sal? ... ..	88
91.—Un huevo suspendido en el agua ... ..	89
92.—Mete la mano en el agua sin mojarte ... ..	89
93.—Dale la vuelta a un vaso de agua sin derramarla ... ..	90
EXPERIMENTOS ELECTRICOS ... ..	
94.—El peine y la pelota de ping-pong ... ..	95
95.—El peine y el surtidor de agua ... ..	95
96.—Primero atracción; luego rechazo ... ..	96
97.—Alta tensión mientras te peinas ... ..	96
98.—Soportar una «alta tensión» de 10.000 voltios ... ..	97
99.—Unos muñecos que bailan con la electricidad ... ..	97
100.—Un tiovivo eléctrico ... ..	98
101.—El fantasma eléctrico ... ..	99
102.—El baile de las pompas de jabón ... ..	100
103.—La electricidad rompe el equilibrio ... ..	100
104.—Un péndulo eléctrico ... ..	101
105.—Fabrica un electroscopio ... ..	102
106.—Cómo se construye una pila sencilla ... ..	103
107.—Un descubrimiento que transformó el mundo ... ..	103
108.—Un electroimán ... ..	104
109.—El campo magnético de un conductor de electricidad ... ..	105

	Pág.
110.—Partir trozos de sal de cocina por electrolisis ... ..	106
111.—Las virutas de hierro forman dibujos abstractos ... ..	106
112.—El retrato misterioso ... ..	107
113.—La danza de Papel-clip ... ..	107
EXPERIMENTOS CON LA LUZ ... ..	
114.—Una luz de sodio ... ..	111
115.—Cómo se hace una cámara oscura ... ..	112
116.—La luz verde, la luz roja y la azul juntas producen el color blanco ... ..	113
117.—Un caleidoscopio ... ..	114
118.—¿Cómo se puede hacer un periscopio? ... ..	115
119.—Los anillos de Newton ... ..	117
120.—Luz eléctrica procedente de tu brazo ... ..	118
121.—Mete el pájaro en la jaula ... ..	119
122.—¡Joe, métete en la jaula! ... ..	120
123.—¡Que se muevan las ruedas! ... ..	121
EXPERIMENTOS QUIMICOS ... ..	
124.—Un mágico jardín químico ... ..	122
125.—Imitación química de una célula viva ... ..	123
126.—Del azúcar a la serpiente del faraón ... ..	124
127.—Abrillantar la plata ... ..	125
EXPERIMENTOS VARIADOS ... ..	
128.—El dióxido de carbono es más pesado que el aire ... ..	126
129.—Apagar un fuego con dióxido de carbono ... ..	127
130.—Anillos de cristal de una botella rota ... ..	128
131.—Cortar el cristal con tijeras ... ..	128
132.—Un mensaje con tinta invisible ... ..	129
133.—Escribe con una tinta que desaparece después ... ..	130
134.—Dibujos en las velas ... ..	130
135.—Haz un agujero en una moneda de bronce ... ..	131
136.—Pompas de jabón grandes ... ..	131

Pág.

137.—Fabricación de hilos a prueba de fuego ... ..	132
138.—El espejo está roto ... ..	133
139.—Agujas encantadas ... ..	133
140.—Chinchetas convertidas en troncos ... ..	134
141.—El truco de la cerilla partida ... ..	134
142.—Sensaciones que nos ponen nerviosos ... ..	135
143.—Tú tiene dos narices ... ..	135
144.—Levantar un bloque de hielo ... ..	136
145.—Un tiovivo de vapor ... ..	137
146.—Un motor eléctrico hecho con clavos ... ..	138
147.—Un equilibrista que camina ... ..	140
148.—¿Cómo es posible esto? ... ..	140
149.—Observa tu pulso ... ..	141
150.—La ósmosis convierte un huevo pequeño en uno grande ... ..	141